©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Blatt 88 Achenkirch

Bericht 2010–2012 über geologische und quartärgeologische Aufnahmen auf den Blättern 88 Achenkirch sowie 89 Angath und 119 Schwaz, mit Ergänzungen zu Bericht 2008–2011

Alfred Gruber

Stratigrafische, struktur- und quartärgeologische Aspekte im Nordschenkel der Thiersee-Synklinale

Strukturgeologische Charakteristika der Blauberge

Die Gratschneide der Blauberge wird zwischen der Wichtelplatte im Westen und der Halserspitze im Osten aus steil S- bis SSE-fallendem Plattenkalk aufgebaut. Die Basis des Plattenkalks zum Hauptdolomit wird an mehreren steilen, NW–SE streichenden, dextralen Blattverschiebungen immer wieder um Zehnermeter nach SE versetzt, z.B. zwischen Kote 163 der Blaubergschneid und dem Blaubergkopf. Der Nordgrat der Halserspitze wird auf 1.620 m Höhe von einer dieser Störungen (S 212/70) gequert, begleitet von Kataklasezonen. Am Nordanstieg zur Halserspitze ist des weiteren 80 Hm unterhalb des Gipfels der Übergang vom Hauptdolomit (Wechsel von strukturlosen Dololutiten und Stromatolithen) in den Plattenkalk gut zu sehen. In den Nordabstürzen der Blauberge äußern sich die genannten Seitenverschiebungen morphologisch in tiefen Rinnen und Gräben, am Kamm in Scharten. Auf der Südseite schwenken diese Störungen großteils in die Kössener Schichten ein (vgl. auch die strukturelle Situation östlich der Gufferthütte).

Gebiet Gufferthütte, Brandenberger Roßalm, oberer Sattelbach (Begehung mit R. Brandner)
Am Weg von der letzten Kehre der Straße zur Gufferthütte nach Norden zur Bayerischen Wildalm (Sindelsdorfer Alm), wenige Meter hinter dem Almgebäude, gibt es einen Aufschluss in Ammergauer Schichten, mit Barmsteinkalkschüttungen (Grainstones) und *Lamellaptychus* sp. Proximale Rinnen zeigen Kolkmarken, die eine Schüttung in N–S-Richtung anzeigen (SS 200/45). 200 m weiter in Richtung Wildalm folgen ca. 8 m mächtige Rotkalke; basal handelt es sich um Mikrite mit Crinoidenschüttungen, die über einer Diskordanz auf Schillkalken der Kössener Schichten einsetzen; man beobachtet Stromatactis-Hohlräume, die von Wühlern im semiverfestigten Sediment angelegt wurden, nachfolgend teilweise von Zementsäumen an den Wänden ausgekleidet und teilweise mit Sediment verfüllt wurden. Das heißt, es bestand viel Zeit für Nichtsedimentation. Das Ganze wird mit Crinoidenschuttkalken vom Typ Hierlatzkalk versiegelt; darin vorkommende sphärische Körner könnten Ooide sein (vgl. Geiselsteinoolith in den Bayerischen Kalkalpen). Über den Crinoidenkalken folgen Radiolarien führende Kalke, die im weiteren Sinn zur Ruhpolding-Formation zu zählen sind. Cherts kommen untergeordnet vor. Faziell liegt hier die typische obere Hangfazies der unterjurassischen Tiefschwelle vor, die am unteren Hang mit den Scheibelbergkalken verzahnt.

Der Aufschluss in der Kehre der Straße Brandenberg–Gufferthütte, Höhe 1.250 m, zeigt folgende Abfolge: An der Basis treten rote Knollenkalke mit Crinoiden, Stromatactis-Gefügen und Mangankrusten sowie Brekzien mit Crinoiden und Klasten aus Mangankrusten (Adneter Kalke) auf. Nach oben besteht ein primärer Übergang in glimmerigsiltige, stark zerscherte Mergel und dünne Kalkzwischenlagen (zusammen ca. 3 bis 4 m). Es folgen Knollenkalke mit Mangankrusten und *Bositra*-Schill (etwa 5 m), zuletzt ein halber Meter mächtige, rote Radiolarien führende Mergel und Kalke (Radiolarit?). Nach einer Schichtlücke von 2 m (Straße) schließen grün-graue Radiolarienmikrite mit Detritusschüttungen und Kieselknauern an, die den Ammergauer Schichten zuzuordnen sind. Bei Gruber (Jb. Geol. B.-A., 148/2, 277–281, 2008) wurden diese verkieselten Mikrite irrtümlich noch zu den Scheibelbergkalken gerechnet.

Gebiet Unterer Sattelbach, Bairachbach (ÖK 88/89)
Die Ammergauer Schichten und die arenitisch-ruditischen Barmsteinkalkbänke sind an der Stichstraße, die bei Punkt 1.176 m von der Straße zur Gufferthütte nach Osten abzweigt, fast durchgehend aufgeschlossen. Wenige Meter östlich des Weges stehen auch hellrote, knollige Filamentmikrite vom Typ Adneter Rotkalke an. Die Auflage auf dem Oberrhätkalk im Norden ist primär, weiter östlich allerdings durch NW–SE streichende Seitenverschiebungen abgeschnitten. Der Oberrhätkalk treppt dadurch zusehends nach Südosten ab, bis zum Zusammenfluss des Sattelbaches mit dem Bairachbach. Der Top des Oberrhätkalkes ist lokal in Brekzien aufgelöst bzw. durch Rotkalk gefüllte Spalten gekennzeichnet. Die darüber folgenden Rotkalke bilden ein leichtes onlap auf dem Oberrhätkalk und erreichen teils Mächtigkeiten von 15 m; in diesem Fall besteht der Großteil aus dickbankigen Crinoidendetritus-Kalken vom Typ Hierlatzkalk. Die Rotkalke bestehen im höheren Abschnitt aus knolligen Filamentmikriten und weisen am Top häufig schwarze, metallisch glänzende Hartgründe mit Ansammlungen von Ammoniten auf. Direkt darauf liegen, 2 bis 3 m dick, braun-rote, dünnbankige Radiolarienmikrite, die der Ruhpolding-Formation zuordenbar sind, auch wenn sie keine richtigen Chertlagen führen. Es folgen in der Abfolge nach oben mit wechselnden Bankdicken hellgrau-bräunliche, rau verwitternde Detrituskalke mit an- und abschwellenden Kieselschnüren, die den Barmsteinkalken entsprechen. Deren Bänke verursachen am unteren Sattelbachlauf eine Reihe kleiner Wasserfallstufen. Die Barmsteinkalke werden in diesem Abschnitt des Nordschenkels der Thiersee-Synklinale (siehe Geologische Karte 1:25.000 des nördlichen Achenseeraumes – ÖK 88 Achenkirch, 2011) normalerweise von einigen Metern Radiolarienmikriten (Ammergauer Schichten) unterlagert; diese dürften hier tektonisch abgeschert worden sein. Strukturell wird die gesamte Schichtfolge von zahlreichen steilen, NW–SE streichenden Störungen zerhackt, die meist dextrale Versätze von wenigen Metern zeigen, wobei die Rotkalk-Basis sich als idealer Versatz-Marker eignet. Dextrale Versätze zeigen sich jedoch auch an NNE–SSW streichenden Störungen (z.B. im Oberrhätkalk an einer Störung südwestlich von Punkt 1.336 m). Untergeord-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

net kommen NE–SW streichende Störungen mit sinistralen Versätzen bis 2 m, vereinzelt von Zehnermetern vor.

In den tiefen Zweiggräben des Sattelbaches, in Richtung SW zur Wildalm und zum Abendstein, stehen fast durchgehend konstant sehr steil SSE fallende Schrambach Schichten an. Ein stärkerer Wechsel des Schichteinfallens von SSE auf NNW und begleitende Scherzonen zwischen 1.250 und 1.300 m Höhe deuten möglicherweise auf den Kern der Synklinale hin.

Spätglaziale Moränen in den Blaubergen

Am Fuße der Südostflucht der Halserspitze, nordwestlich der Bayerischen Wildalm, bildet Blockschutt aus Plattenkalk wallartige Gebilde bis 1.480/1.500 m Höhe, die einen spätglazialen Gletscherstand vermuten lassen. Die talseitige Vorwölbung könnte auf nachfolgende Permafrostaktivität oder Rutschbewegungen zurückgehen. Endmoränenreste mit vergleichbarer Höhenlage wurden auch in den schattigen Karen östlich und nordwestlich der Halserspitze auskartiert. Möglicherweise zählt dazu auch die Wallform südlich der Wichtelplatte.

Glaziokarstwanne der Bayerischen Wildalm

Das Gebiet der Sindelsdorfer Alm stellt eine morphologische Besonderheit dar: Über den Kössener Schichten hat sich eine fast kreisrunde, 40 bis 60 m tiefe Senke gebildet, die über ein Schluckloch (Ponor) am Ostrand entwässert wird. Diese Hohlform ist als große Karstwanne zu interpretieren, die glazial überformt ist. Die dickbankigeren (Korallen)kalke der Kössen-Formation und der Plattenkalk sind hierbei am stärksten verkarstet, die Mergelkalke und Tonsteine wurden jedoch mechanisch, u.a. glazial ausgeräumt. An der Nord- und Ostseite sind Diamikte mit z.T. großen, gerundeten Blöcken als Hinterlassenschaften der Vergletscherung überliefert (in der Geologischen Karte 1:25.000 des nördlichen Achenseeraumes – ÖK 88 Achenkirch, 2011, wurde aufgrund der geringen Ausdehnung nur Hangschutt eingetragen). Darüber hinaus ist die nähere Umgebung stark glazial überschliffen und abgerundet. Der unterirdische Abfluss erfolgt im Bereich der großen dextralen NW–SE streichenden Blattverschiebung, an der Kössener Schichten im Südwesten an Plattenkalk im Nordosten grenzen. Es ist unklar, ob die Entwässerung parallel zur Störung in Richtung Sattelbach, oder quer dazu in Richtung Bayrbach erfolgt (denn es gibt untergeordnet auch NE–SW streichende, steile Störungen). Die Senke wurde später mit feinklastischen Sedimenten zum ebenen Talboden aufgefüllt. Darauf hat sich ein Torfmoor gebildet. An den Hängen haben sich in der tonig-lehmigen Verwitterungsschwarte der Kössener Schichten kleine flachgründige Rutschungen und Erdströme entwickelt.

Moränen auf der Klausboden- und Wildalm

Die Umgebung der Klausbodenalm ist durch eine tiefe Hohlform in den Nordabhängen des Schneidjochs und durch eine breite Gelände-Vorwölbung nach Norden zum Filzmoosbach gekennzeichnet. Im vorgewölbten Bereich handelt es sich überwiegend um mächtige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben und mit großen Blöcken aus Oberrhätkalk. Die Grundmoräne ist entlang des Bächleins, das den Almgrund entwässert, häufig aufgeschlossen. In der geologischen Karte wurde dieses Moränenareal in das Hochglazial gestellt; die Vorwölbung im Ost-West-Relief kommt dadurch zustande, dass der lokale Gletscher aus dem südlich dahinterliegenden Kar im Zuge des hochglazialen Eisaufbaues rasch vorstieß und dessen mächtige Moränenablagerungen später vom anrückenden Eis von Westen überfahren, jedoch nicht vollständig ausgeräumt wurden. Etwa 200 m südlich des Almgebäudes schließt ein breiter, mäßig hoher Schutt- und Blockwall den Almboden in weitem Bogen nach hinten ab (siehe auch Laserscanbilder des Landes Tirol; (https://portal.tirol.gv.at/LBAWeb/luftbilduebersicht.show). Es handelt sich um die Endmoräne eines spätglazialen Gletscherstandes, der hier aufgrund der schattigen Hohlform und des hohen Schuttanfalles bis unterhalb 1.400 m vorstoßen konnte. Eine ähnliche Ausgangssituation findet sich im Kessel östlich der Angernalm, wo ebenfalls ein schöner Endmoränenwall auf der Wildalm ein Gletscherende in 1.420 m Höhe markiert.

Moränen im Sattelbach

Die bis 50 m mächtigen Moränen, die im Lee des breiten Sattels zwischen Filzmoos- und Sattelbach ostseitig abgelagert wurden, zeigen in Anrissen entlang der Bäche großteils kompakte Diamikte (Grundmoräne), z.B. entlang des Sattelbaches rechtsseitig zwischen 1.180 m und 1.280 m. In verschiedenen Niveaus der Moränenfolge (z.B. bei 1240 m südlich des Sattelbaches) sind auch geschichtete Horizonte von Sand, Kies und Schottern zu finden, die im subglazialen Milieu durch Schmelzwasser abgelagert wurden. Das Geschiebespektrum dieser Moränen besteht ausschließlich aus kalkalpinem Material der näheren Umgebung. Die gelegentlich vorkommenden, großen Kalkblöcke, die in der Moräne, aber auch an deren Oberfläche frei liegen, entstammen in diesem Gebiet hauptsächlich dem Oberrhätkalk.

Struktureller Bau des Südschenkels der Thiersee-Synklinale im Abschnitt des Schneidjochs

Schneidjoch-Antiklinale und Wildalm-Überschiebung

Der Westabschnitt zwischen Ampelsbach und Wildalm

Dieser Abschnitt weist zum Teil einen komplexen tektonischen Bau auf, der durch einen Faltenbau mit E–W und NE–SW streichenden Faltenachsen und aufrechten und überkippten Schenkeln sowie durch eine weithin anhaltende, durchreißende Überschiebung (Wildalm-Überschiebung) nach Norden gekennzeichnet ist.

Am Filzmoosbach und am Klausbodenbach, weiters in den südseitigen Gräben des Sattelbaches sind die Schrambach Schichten als jüngstes Schichtglied im Kern der Thiersee-Synklinale in vertikaler bis subvertikaler Stellung aufgeschlossen. Im Profil entlang des Ampelsbaches auf Höhe der Natterwand sieht man auch den steil S fallenden, inversen Anteil der Schrambach Schichten direkt sedimentär aus den Ammergauer Schichten hervorgehen. Eine analoge Situation liegt im Graben bei der Wildalm nordwestlich des Abendsteins vor. Der Übergang von diesem inversen Südschenkel der Thiersee-Synklinale in den aufrechten Nordschenkel liegt entlang des Filzmoosbaches vermutlich auf Höhe der Ludernalm. Auf der geologischen Karte ist auch gut zu sehen, dass die durchgehend inverse Schichtfolge vom Hauptdolomit bis zu den Schrambach Schichten, wie sie entlang des Ampelsbaches vorliegt, östlich davon mit zunehmender topografischer Höhe tektonisch ausgedünnt ist: Flach invers lagernder Ober-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

rhätkalk mit invers auflagernden Kössener Schichten liegt direkt auf Ammergauer Schichten. Entlang einer E–W streichenden Überschiebung (hier als Wildalm-Überschiebung bezeichnet) werden die Schichtglieder der Rotkalk-Gruppe, der Allgäu-Formation und der Ruhpolding-Formation schräg abgeschnitten. Die Schichten der Hangendscholle (Plattenkalk, Kössener Schichten) zeigen dabei ein wesentlich flacheres Einfallen als die Schichten in der Liegendscholle. Dies hängt auch mit einer zusätzlichen Faltung in der Hangendscholle zusammen. Weiters zeigt sich, dass im Bereich der „Inschriften" (südlich der Klausbodenalm) die Schichtglieder der Hangendscholle (Plattenkalk, Kössener Schichten und Oberrhätkalk) ostwärts nunmehr aufrecht liegen. Ein Blick auf den westlichsten Abschnitt des Schneidjochs zeigt, dass die invers S fallende Schichtfolge aus Plattenkalk und Hauptdolomit im Graben nordöstlich der Schneidalm, auf 1.630 m, um ein E–W-Scharnier zusätzlich nach Norden gefaltet ist: Der Hauptdolomit liegt weiterhin überkippt auf dem Plattenkalk, beide fallen jetzt aber mittelsteil nach NNE ein. Eine informelle Bezeichnung dieser Struktur könnte „Synformale Schneidjoch-Antiklinale" lauten. Dadurch baut der Hauptdolomit wieder – eingefaltet – den Schneidjochkamm auf und liegt in den Nordabhängen des Schneidjochs flach auf Plattenkalk, Kössener Schichten und Oberrhätkalk. Dies erklärt zwischen Schlag- und Schneidalm auch das halbfensterartige Vorgreifen des Plattenkalkes nach Osten.

In den Nordabstürzen von Punkt 1.811 m, dem höchsten Punkt des Schneidjochs, ist ein weiteres, enges Scharnier (plus minus ESE–WNW streichend) ausgebildet, an dem der inverse Hauptdolomit und Plattenkalk von flach invers S fallender auf steil aufrecht NE fallender Lagerung umbiegen. Diese veränderte strukturelle Situation präsentiert sich besonders deutlich in den Westabhängen des Kulminationspunktes von Punkt 1.811 m, wo sich nicht nur der aufrechte Rückschenkel der großen Tauch-Antiklinale des Schneidjochs zeigt, sondern auch die sekundäre Verfaltung der Achsenebene dieser Antiklinale, wie weiter westlich bei der Schneidalm (siehe oben). Dass das Nordende der Tauch-Antiklinale bzw. deren Scharnier (in den Nordabstürzen des Schneidjoches, siehe oben) nicht weit entfernt sind, ergibt sich allein schon aus der Geländesituation, da für den inversen und aufrechten Schenkel nur mehr ganz wenig an Mächtigkeit vorhanden sind, ein gutes Indiz für den Umkehrpunkt der Falte. Der Wechsel vom invers liegenden zum aufrechten Schenkel vollzieht sich am Südabhang des Schneidjochs im Hauptdolomit in der Umgebung der Schneidalm. Die Achsenebene fällt – geschätzt – mittelsteil nach SE ein. Weiters beobachtet man im aufrechten Rückschenkel der Antiklinale, in den Nordabstürzen des Schneidjochs im Meridian von Punkt 1.811 m eine sekundäre Verfaltung des Plattenkalkes und der Kössener Schichten um NE–SW-Achsen und – daraus hervorgehend – durchreißende Überschiebungen nach Norden. Da diese Faltenachsen mit klar ausgebildeten Scharnieren im Plattenkalk ein Abtauchen um 30–40° nach NE anzeigen, dürften sie im Zuge der eoalpinen, prägosauischen Einengung in SE–NW Richtung entstanden sein. Die Steilstellung der Achsen erfolgte während der neogenen SSW–NNE-Einengung. Der Südabhang von Punkt 1.811 m zeigt eine Faltung im Kleinmaßstab (Meterbereich), sowohl mit NE–SW- als auch ESE–WNW-Achsen. Infolge dieser Faltung reicht der Plattenkalk im Graben südlich von Punkt 1.811 m bis nahezu 1.400 m hinab und dadurch ist der Bereich nördlich der Gratschneide zwischen Punkt 1.811 m und der Angernalm wellblechartig verformt. Der dickbankige Oberrhätkalk ist während dieser Deformation parallel zu den Faltenscharnieren allerdings bruchhaft in Schollen zerlegt worden und an dextralen NW–SE und sinistralen NE–SW Störungen lateral zerschert worden. Die derart verformten Kössener Schichten und der Oberrhätkalk überschieben im Norden wiederum an einer flachen, durchreißenden Störung steil invers SSW fallende Schrambach Schichten. Diese weisen lokal eine enge Verfaltung mit wechselnd steil SSW und NNE fallender Schichtung auf, z.B. im Graben, der den Wanderweg Gufferthütte–Schneidjoch begleitet. Im Nahbereich zur Überschiebung sind die Schrambach Schichten stärker zerschert; 200 m nordwestlich der Angernalm (am Wanderweg auf Höhe 1.560 m) sind auch Scherlinge von Allgäu Schichten, Radiolarit und Ammergauer Schichten eingeschuppt. Der tiefe Sattel östlich von Punkt 1.811 m ist ebenso strukturell angelegt worden; dieser markiert eine ursprünglich NE–SW streichende, eoalpine Synklinalstruktur mit Kössener Schichten im Kern, die tiefgreifend erodiert wurden und eine derart markante morphologische Eintiefung im Kamm hinterließen. Die erwähnte Synklinale wurde vielleicht noch im Zuge der eoalpinen bzw. der jüngeren „tertiären" N–S Einengung durchgeschert und als schräge Aufschiebung oder als sinistrale Seitenverschiebung reaktiviert. Diese Störung läuft vermutlich in den Bereich nordwestlich der Angernalm hinein. Die Liegendscholle dieser Aufschiebung verrät durch das Umbiegen des Hauptdolomits und Plattenkalks von SE- auf NNE-Fallen, sichtbar am unteren Steig Schneidalm–Issalm auf 1.400–1.500 m Höhe südlich von Punkt 1.811 m, in eindeutiger Weise die Entstehung der Überschiebung aus einer Faltenstruktur. Die Aufschiebungsfläche selbst verläuft oberhalb von 1.400 m (Hauptdolomit überschiebt auf Plattenkalk) etwas östlich über dem Graben, markiert auch durch Quellaustritte. Auf 1.490–1.500 m Höhe teilt sich die Aufschiebung in einen NNE-verlaufenden Hauptast und einen NE-verlaufenden Nebenast. Die Hangendscholle dieser Aufschiebung zeigt sowohl eine Antiklinale mit überkipptem Plattenkalk im Nahbereich der Überschiebung am Sattel, als auch eine WNW–ESE streichende Antiklinale am Kamm selbst. Der Nordschenkel dieser Antiklinale biegt in den Nordabhängen zur Wildalm auf halber Höhe wiederum von steil aufrecht N fallend auf steil invers SSW fallend um; letzteres ist direkt an der Straße zur Angernalm (kleine Rinne mit Schotterentnahme) ersichtlich. Die Kössener Schichten bilden zusammen mit den nördlich anschließenden, ebenfalls überkippten Oberrhätkalken einen stratigrafischen Verband, als Teil des inversen Vorderschenkels der großen Schneidjoch-Antiklinale. Die jüngere „tertiäre" Einengung wirkte sich in diesem Gebiet nicht nur durch NNE-gerichtete Überschiebungen, sondern untergeordnet auch durch S- bis SW-vergente Faltung und SW-gerichtete, flache, durchreißende Rücküberschiebungen aus. Ein Beispiel hierfür findet man im Graben 500 m nordwestlich der Issalm, am Steig zur Schneidalm.

Struktureller Bau östlich der Wildalm

Dieser Bereich ist gegenüber dem westlichen Abschnitt durch ein Zurückspringen der gesamten Schichtfolge in der Hangendscholle der Wildalm-Überschiebung an einer NNW bis N streichenden, steilen Störung nach Süd-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

osten gekennzeichnet. Das Streichen der Schichten ändert sich dadurch nur geringfügig, die Schichtlagerung schwankt zwischen steil aufrecht N fallend im hinteren (südlichen Bereich) und steil invers S fallend im vorderen Bereich. Der im Kartenbild sichtbare dextrale Relativversatz von etwa 150 m (Hauptdolomit im Westen grenzt an Plattenkalk und Kössener Schichten im Osten) könnte auch durch unterschiedlich starke Einengung bedingt sein (tear fault). Die westlich der genannten tear fault auftretenden Kössener Schichten sind tektonisch bedingt sehr geringmächtig; östlich davon sind sie bis zu einer markanten NE–SW-streichenden Störung nördlich der Schienbachalm wieder vollständiger vorhanden. Die Schichtfolge der Hangendscholle der durchreißenden Überschiebung weist stratigrafisch nunmehr auch eine Verzahnung von Oberrhätkalk und Kössener Schichten auf, gut sichtbar nördlich des Abendsteins zwischen 1.360 und 1.420 m Höhe. Der Oberrhätkalk ist undeutlich gebankt, hellgrau-weiß, sparitisch bis zuckerkörnig, verkieselt und dolomitisiert (im Nahbereich der Störung ist der Oberrhätkalk hier generell dolomitisiert); die Kössener Schichten setzen sich aus schwarzgrauen Mergeln und Schilltempestiten sowie aus dm- bis m-gebankten, dunkelgrauen bis hellgrau-beigen, bioklastischen Detrituskalken zusammen. Am Top weist der Oberrhätkalk dünne Auflagen bzw. Spaltenfüllungen von Rot- und Hierlatzkalken auf. Zusätzlich erlangt er durch sekundäre Verfaltung auf dem Kartenblatt größere flächige Verbreitung. Die primäre Mächtigkeit des Oberrhätkalkes reduziert sich sukzessive vom Abendstein ostwärts. Eine sprunghafte Abnahme findet östlich der großen sinistralen Seitenverschiebung im Meridian der Schienbachalm statt. Vom Ragstattjoch ostwärts (auf ÖK 89 Angath) wird der Oberrhätkalk wieder mächtiger.

Strukturell fallen in diesem Abschnitt mehrere NE–SW streichende Störungen mit sinistralem Versatz auf, die im Gebiet des Abendsteins anhand des nordostwärtigen Zurückspringens der Oberrhätkalk-Basis besonders gut sichtbar und quantifizierbar sind. Diese sinistralen Versätze im Ausmaß von Zehnermetern, dürften vermutlich ebenso frontal an der Hauptüberschiebung kompensiert werden und nicht in der Liegendscholle weiterlaufen. Die Versatzbeträge dürften auch rückwärtig in den Kössener Schichten durch listrisches Einschwenken der Störungen zum Teil wieder ausgeglichen werden.

In der Liegendscholle treten in diesem Abschnitt in reduzierter Form auch die Allgäu Schichten und am östlichen Blattrand der Radiolarit auf. Die Allgäu Schichten sind beispielsweise im ersten Graben östlich der Wildalm (bei Weggabelung zur Angern-/Ragstattalm) auf 1.420 m Höhe über stark zerscherten Ammergauer Schichten als Spiculae führende, dunkle, fleckige kieselige Kalke mit schwarzen Mergelzwischenlagen aufgeschlossen. Nach Osten zu treten sie stark reduziert fast immer unmittelbar im Liegenden der Wildalm-Überschiebung auf, unterlagert von wenigen Metern Ammergauer Schichten. Größere Mächtigkeit erlangen sie in dünnbankiger Entwicklung am Forstweg auf 1.300 m Höhe, südlich oberhalb der Schöberl Jagdhütte (auf ÖK 89 Angath). Die Ammergauer Schichten treten in Form dichter, teils fleckiger Radiolarienmikrite bis -arenite auf. Sie überlagern ihrerseits die Schrambach Schichten, letztere charakterisiert durch cm-dicke Silt- und Sandsteinbänkchen. Die Liegendscholle ist hier zusätzlich intern verfaltet und verschuppt: Vom Graben nördlich des Bildstocks an der Ragstattalmstraße erstreckt sich ein Streifen des weißlichen dolomitisierten Oberrhätkalkes, von Rutschblöcken aus Oberrhätkalk bedeckt nach Osten, dorthin breiter werdend, und „stratiform“ unterlagert von einer überkippten Abfolge aus Ammergauer Schichten und Schrambach Schichten. Da die Allgäu Schichten auch südlich über dem Dolomit vorkommen, könnten Liegend- und Hangendscholle sekundär nochmals gestapelt worden sein. Die Allgäu Schichten der Liegendscholle wären demnach auf Oberrhätkalk der Hangendscholle überschoben worden. Bei Berücksichtigung der hier stark ausgeprägten Bergzerreißungsphänomene – ein Zehnermeter breiter Zerrgraben klafft 500 m östlich des Abendsteins – könnten abgeglittene Oberrhätkalk-Schollen durchaus auch eine Schein-Verschuppung vortäuschen.

Die beschriebene strukturelle Situation wird östlich einer markanten, NE–SW streichenden, vermutlich sinistralen Seitenverschiebung, die auch morphologisch sich über den Kamm nach SSW in Richtung Schienbachalm fortsetzt, unterbrochen. Östlich der Störung ist eine engständige Verdoppelung der inversen, tektonisch stark reduzierten Schichtfolge Oberrhätkalk/-dolomit, Allgäu Schichten, Radiolarit, Ammergauer und Schrambach Schichten beobachtbar: In der Liegendscholle tritt der Oberrhätkalk nur als grünlich-grauer, verkieselter Dolomit und der Radiolarit in dünnen Fetzen auf, in der Hangendscholle fehlen die Allgäu Schichten, der Oberrhätkalk und die Kössener Schichten fast vollständig. Diese Reduktion steht mit einer weiteren Überschiebung von Plattenkalk auf die genannten Schichtglieder in Zusammenhang. Eine ungestörte Abfolge vom Hauptdolomit bis zu den Kössener Schichten erschließt sich erst wieder entlang einer Stichstraße am Westabfall des Ragstattjochs (auf ÖK 89 Angath).

An der Südabdachung des Schneidjochs ist der Hauptdolomit, vom Kamm aus betrachtet, teilweise bis zu einer Höhe von 1.450 m hinab noch steil aufrecht, darunter steil invers S fallend; östlich des Abendsteins reicht die inverse Lagerung bis zum Kamm. Dieser Abschnitt lässt schön erkennen, wie in verschiedenen topografischen Positionen verschiedene Ausschnitte im Nahbereich des Scharniers einer großen, nach Norden überkippten Antiklinale sichtbar sind: Der inverse Vorderschenkel ist in den tieferen Abschnitten aufgeschlossen, der aufrechte Rückschenkel in den höchsten Abschnitten. Damit wird auch z.T. verständlich, dass man am östlichen Schneidjoch-Kamm mit nach Osten abnehmender Höhe in tiefere, inverse Lagerungsabschnitte gelangt. Dies gilt hier jedoch nur bedingt, da sich das Streichen der Schichten lateral ändert und sinistrale Seitenverschiebungen den Verlauf der Faltenstruktur immer wieder versetzen.

Massenbewegungen

Die gesamte Nordabdachung des Schneidjochs ist infolge der starken Verfaltung und Verschuppung, des Wechsels von mechanisch inkompetenten (Kössener Schichten, Schrambach Schichten) und mechanisch kompetenten Schichten (Oberrhätkalk) und deren Lagerung (flach bzw. sehr steil) fast durchgehend von Massenbewegungen überprägt worden. Kipp- und Gleitprozesse an „hart auf weich“-Situationen, aber auch Rutschungen und Schuttströme sind mehrfach zu beobachten, am meisten ausgeprägt südöstlich der Ludernalm, zwischen Angern- und Wildalm und an der Süd- und Westseite des Abendsteins.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Stratigrafie, Struktur- und Quartärgeologie des Guffertmassivs (Guffert, Guffertstein, Sandegg, Kitzegg und Außersteinberg)

Stratigrafie der Raibler Schichten

Nordhänge des Guffertmassivs und hinteres Weißachetal

Über dem dickbankigen, lagunären Wettersteinkalk, der mittelsteil invers nach S bis SE einfällt (SS 140/40 bis SS 205/35, invers) und am Top rosafarben ist, beginnen die Raibler Schichten mit braunen Sandsteinen und schwarzbraunen, weichen Schiefertonen. Darüber kommt eine bis 10 m dicke Karbonatrippe, an der Basis aus ockerbraunen Dolomiten mit Kieselknauern bestehend, darüber aus bräunlichen, strukturlosen Dolospariten aufgebaut. Stärker zurückwitternd, folgen graue Dolomite und ockergelbe Dolomitmergel. Diese leiten zu einer weiteren, stärker hervorwitternden, etwa 15 m mächtigen Karbonatrippe über, die sowohl aus strukturlosen Kalken und Dolomiten als auch aus dm-dicken, welligen, fossilführenden Kalkbänken besteht: Es sind dies peloidale Packstones, die Muschelschill und Crinoidendetritus führen. Dickbankige bräunliche Dolosparite wechsellagern in der Folge mit dünnbankigen grauen Dolomiten, Dolomitmergeln und Tonsteinen. Des Weiteren treten bis zu einer Höhe von 1.580 m zunächst dm-gebankte, danach cm-gebankte bröselige Dolomitlaminite mit dünnen, grünen und ockergelben, mergeligen und tonigen Zwischenlagen auf. Sobald diese in anhaltende, einheitlich mittelgraue, strukturlose und laminierte, dm-gebankte Dolomite ohne feinklastische Lagen übergehen, wurde die Grenze zum Hauptdolomit gezogen. Aufgrund der starken Zerscherung an vorzugsweise NW–SE streichenden, dextralen Seitenverschiebungen, ist die Schichtfolge entlang der gesamten Nord- und Westabdachung des Guffertmassivs immer wieder reduziert und stark ausgedünnt, einzelne Horizonte sind schwer korrelierbar. Der basale klastische Horizont und die beiden markanten Karbonat(Kalk-)horizonte sind jedoch über weite Strecken verfolgbar und für die Quantifizierung der Störungsversätze geeignet, v.a. im Weißachetal.

Im südseitigen Graben des hintersten Weißbachltales, nordnordöstlich unterhalb der Guffertspitze (2.194 m), sind die Raibler Schichten wiederum in voller Mächtigkeit in großteils überkippter Lagerung aufgeschlossen. Die Basis zum Wettersteinkalk ist durch eine Überschiebung stellenweise gestört. Der Übergang in den Hauptdolomit ist ungestört. Die Raibler Schichten sind intern durch Faltung gekennzeichnet. Vom stratigrafisch Liegenden zum stratigrafisch Hangenden (topografisch betrachtet von oben nach unten) sieht die Abfolge wie folgt aus: Der Wettersteinkalk ist am Top stark tektonisch brekziiert, mit ockergelbem Zerreibsel in den Klüften. Zudem sind grüne Tonsteine in Spalten(?) als Füllungen anzutreffen. Mit Störungskontakt folgen ockergelbe Dolomite, dann eine Abfolge von dünnbankigen, wellig geschichteten, teilweise mergeligen Kalken. Mit der Lupe erkennt man braune Mikrite bis Feinsparite mit blauschwarzen, mikritisierten Schalenresten und Peloiden. Darüber stellen sich dickbankige, hellbraune, strukturlose Sparite ein, die als Rippe hervortreten. Diese Abfolge wiederholt sich nochmals, wobei auch intraformationelle Brekzien mit braun-gelber Matrix („Pseudokonglomerate“) hinzukommen. Diese, gesamtheitlich etwa 30 m mächtige Karbonatfolge geht allmählich in zuerst dm-, dann cm-dicke, bunte, partiell mürbe Dolomitlaminite über. Auf ca. 1.620 m Höhe zeigt sich ein enger Faltenbau im Meterbereich mit E–W streichenden, E-fallenden Faltenachsen (FA L 90/20, L 85/15, L 95/12). In der Folge fallen die Dolomite grabenabwärts meist steil nach Norden ein. Die Karbonatrippe lässt sich nach Osten über den Grat hinweg mit der höher gelegenen (älteren) Karbonatrippe am Nordanstieg zum Guffert verbinden. Die jüngere Rippe wird an der Ostseite des Grabens durch eine große NE-fallende Störung relativ dextral nach SE versetzt. Im kleinen Maßstab wiederholt sich dieses Störungsmuster noch mehrmals. Am Wanderweg Stubachalm–Issalm (Höhe 1.540 m) sind dünnstbankige Dolomitlaminite und dazwischen ockergelbe und grünliche Dolomitmergel und Tonsteine aufgeschlossen. Lokal beobachtet man in den Dolomiten kleine, tektonische Gräben sowie Rinnen, die mit Tonsteinen aufgefüllt sind. Verschuppung und Faltung im Kleinmaßstab sind weiterhin charakteristisch.

Nord- und Westflanke der Guffertspitze

Vom oben beschriebenen Graben westwärts bis zur Stubachalm sind die Raibler Schichten in reduzierter Form aufgeschlossen. Hierbei wurden der basale klastische Horizont und die darauf folgenden Dolomite fast vollständig tektonisch abgeschert bzw. vom kontinuierlich steil überkippten SSE- bis SSW-fallenden Wettersteinkalk durchreißend nach Norden überschoben. Die lateral schwankende Mächtigkeit der Raibler Schichten kommt in diesem Ausschnitt zusätzlich aufgrund offener Faltung in der Liegendscholle einerseits, dextraler Zerscherung in NW–SE-Richtung (siehe Streich- und Fallwerte) andererseits zustande. In den Gräben östlich und westlich der Stubachalm ist wiederum eine vollständigere Raibler Schichtfolge aufgeschlossen. Ein weiterer schöner Aufschluss in den Raibler Schichten mit Störungskontakt zum Wettersteindolomit befindet sich im Graben, in welchem auch Gehängebrekzien verbreitet sind (Gruber, 2008): Braune, dm-gebankte, wellige Kalke mit mergeligen Zwischenlagen werden direkt von ockergelb gefärbtem Wettersteinkalk überlagert. Dieser Kalkhorizont der Raibler Schichten ist auch wenige hundert Meter westlich im Wald aufgeschlossen, unterlagert von Ton- und Sandsteinen, die im Umkreis zu größeren blockreichen Rutschungen Anlass gaben. Im Hauptgraben nordöstlich der Unteren Bergalm kommen von 1.060 bis 1.100 m Höhe (Wasserfallstufe) teils dünnbankige, laminierte graue Dolomitlaminite mit dünnen, ockergelben Dolomitmergelbelegen vor. Diese Gesteine sind noch zu den obersten Raibler Schichten zu rechnen. Etwa 60 bis 70 m nordnordöstlich des Wasserfalles entspringen aus dem Schutt mehrere große Quellen, die am tektonischen Kontakt des verkarsteten Wettersteinkalkes zu den Raibler Schichten austreten. Der Graben östlich der Unteren Bergalm zeigt am Weg zum Guffert zementierte Bach- und Murschuttablagerungen, die kataklastisch deformierten Dolomiten aufliegen. Die Dolomite werden bachaufwärts rasch dünnbankiger und sind laminiert. Sie sind außerdem um WNW–ESE-Achsen gefaltet. Unterhalb des Kontaktes zum Wettersteinkalk treten braune, cm-dm-gebankte, kalkige Dolomite auf, die den Raibler Schichten zuordenbar sind und genauso Faltung um NW–SE-Achsen zeigen. Eine steil SW-fallende Störungsfläche mit ebenso steil SW-fallender Striemung markiert die junge SSW-N-NE-Einengung. Während dieser Einengungsphase wurde

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

die „Achentaler Schubmasse“ auf der Achentaler Überschiebung nach Norden bewegt.

Hinteres Weißachetal

Südsüdöstlich der Issalm sind der Wettersteinkalk und die Raibler Schichten aufgrund einer großen NW–SE streichenden Störung, die kilometerweit über das Rauhegg bis nach Pinegg im Brandenberger Tal (ÖK 89 Angath) verfolgt werden kann, und an der im Kartenblattausschnitt der Wettersteinkalk dextral zerschert ist, schräg zugeschnitten. Die Störung läuft nach Nordwesten entweder in die Raibler Schichten hinein, oder verliert sich im Hauptdolomit des Weißbachltales. In der mit Blockstreu überdeckten Kuppe südlich der Issalm (ca. 1.485 m hoch) ist der Übergang von den steil aufrechten Raibler Schichten zum Hauptdolomit erschlossen und durch weitspannige Faltung mit ca. E–W streichenden Faltenachsen gekennzeichnet. Die Raibler Dolomite sind nach Süden flexurartig aufgebogen und gehen schließlich in stratigrafisch tiefer liegende Raibler Kalke über, die nunmehr steil invers hervorstehen und etwas nach Norden auf die Dolomite überschoben sind.

An der Ostseite des breiten Schutthanges, etwa im Meridian des Abendsteins, ist die Abfolge vom Wettersteinkalk bis zum Hauptdolomit kaum gestört, sie lässt sich zusammenfassend wie folgt beschreiben: Der oberste Wettersteinkalk besteht aus 1 m dicken Bänken; jede Bank setzt sich aus einem teils strukturlosen, teils bioklastischen Abschnitt, der unter subtidalen Bedingungen gebildet wurde, und einem Abschnitt mit Stromatolithlaminiten, der das Intertidal repräsentiert, zusammen. Die oberste Bank des Wettersteinkalkes ist verbraunt und dolomitisiert, sie schließt mit einer Eisenkruste (Pyritkruste) ab. Darauf liegen braune Sandsteine und braun-schwarze Tonsteine des ersten Raibler Horizontes. Daraus gehen rasch, zunächst mürbe, dünnbankige, dann etwas dickere Dolomite hervor, die in eine bis 15 m mächtige Kalkrippe münden. Deren Basis bilden dünnbankige, teilweise wellig geschichtete, Schill führende, peloidale Packstones. Nach oben sind die Bänke dicker, strukturloser und aus sparitischem, strukturlosem Kalk zusammengesetzt. Es schließt ein mehrere Meter mächtiger Abschnitt mit dünnen Dolomitbänken an, der erneut in eine Kalkrippe übergeht. Die Kalke sind nunmehr wellig bis 0,5 m gebankt, hell- bis mittelbraun und feinsparitisch bis dolomitisch. Auffallend darin sind intraformationelle Brekzien- bis Konglomeratlagen. Die Gesamtmächtigkeit dieses Karbonat-Horizontes schwankt zwischen 15 und 20 m. Daraus gehen die bereits von anderen Stellen bekannten, meist dünnbankigen, laminierten Dolomite mit den bunten Ton- und Dolomitmergel-Zwischenlagen hervor, die schließlich in den einförmigeren Hauptdolomit übergehen. Letzterer ist stellenweise stark kataklastisch verformt.

Nach Osten zu, vom tiefen Graben südwestlich der Jagdhütte bis zum Breitlahnergraben gibt es einen Bereich, in welchem die Kalkhorizonte nicht mehr auftreten oder durch Lockergesteine verdeckt sind. Gleichfalls ist in diesem Abschnitt der basale klastische Horizont z.T. völlig abgeklemmt. Für die Eliminierung kommen drei strukturelle Möglichkeiten in Frage: Eine Abschiebung nach NNE, eine durchreißende Überschiebung nach NNE oder eine dextrale, NW–SE streichende Seitenverschiebung. Infolge eines weniger steilen, aufrechten N-Fallens sowohl des Wettersteinkalkes als auch der Raibler Schichten erreichen die einzelnen Raibler Horizonte nach Norden eine größere Ausstrichbreite. Einige NW–SE und NNE–SSW streichende Seitenverschiebungen mit dextralen bzw. sinistralen Versätzen im Zehnermeter-Bereich sind hier gut quantifizierbar, z.B. das konjugierte Störungspaar im Graben südsüdöstlich der Hinteren Weißachalm. Das steile N-Fallen der Schichten und die Zerhackung durch obengenannte Seitenverschiebungen lassen sich weit nach Osten auf das Nachbarblatt ÖK 89 Angath verfolgen. In Annäherung an die durchreißende Überschiebung von Raibler Schichten auf den Hauptdolomit wird das Schichtfallen zusehends steiler und an der Störung selbst steil überkippt (z.B. südöstlich der Hinteren Weißachalm). Der Hauptdolomit ist im weiteren Umkreis der Weißach- und Schienbachalm praktisch durchgehend überkippt vorliegend. Zudem ist er hier an einer S-fallenden Störung von Raibler Schichten durchreißend überschoben, wodurch sich im Hanganschnitt ein Schichtausfall ergibt.

Strukturgeologische Eckpunkte

Der Wettersteinkalk des Guffertmassivs bildet strukturell eine große, komplex gebaute Domstruktur, die durch Einengung in SE- NW- und in SSW–NNE-Richtung geformt wurde. Die ältere, eoalpine SE–NW-Einengung, während der die große Unnutz-Antiklinale mit ihrem weit nach NW ausgreifenden, inversen Liegendschenkel und die daraus hervorgehende Achental-Überschiebung angelegt wurden, sieht man im Guffertmassiv folgendermaßen: Einerseits am weitflächigen SE- bis SSE-Fallen der Lagunensedimente im Gebiet Guffertstein–Außersteinberg, andererseits am steilen NW-Fallen am Westende des Massivs, östlich über der Bergalm. Nordöstlich der Unteren Bergalm zeigt sich auch das scharfe Umbiegen von aufrechtem in überkippt SE-fallendem Wettersteinkalk. Dieses NE–SW-streichende Scharnier lässt sich mit jenem der Unnutz-Antiklinale im Bereich des Hinterunnutz parallelisieren. Es ist gegenüber jenem jedoch um einige hundert Meter nach Südosten versetzt. Ein zweites, weit offenes Antiklinal-Scharnier ergibt sich etwas weiter südöstlich im Gipfelbereich der Guffertspitze, die durch söhlige Lagerung gekennzeichnet ist. Von der westlichen Guffertspitze ostwärts erkennt man zudem am Nordabfall des Massivs ein Drehen des Schichtstreichens von WSW auf ESE, das fortan im gesamten Weißachetal beherrschend ist. Gleichzeitig ändert auch das oben genannte, tiefer liegende enge Scharnier im Wettersteinkalk im Meridian der westlichen Guffertspitze sein Streichen von SW–NE auf WNW–ESE. Das heißt, es ergibt sich dadurch ein drittes, SE–NW-streichendes Scharnier mit nach NW abtauchender Faltenachse (siehe Ortner & Gruber, Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 2011 – ÖK 88 Achenkirch, 51–67, 2011). Auch das WNW–ESE-orientierte Achsenstreichen hat zwei Scharniere, das genannte, auf halber Höhe des Nordabhanges, und ein höher gelegenes im Bereich Schmiedquelle-Guffertstein. Letzteres ist im Ostabbruch des Guffertstein zur Breitlahneralm eindrucksvoll quer zum Streichen angeschnitten (steiler Südschenkel, flacher Ost- bis Nordostschenkel), ist durchgeschert und weist etwas südlich des engen Scharniers noch grabenartig eingesenkte Reste von Raibler Schichten auf. Diese Faltung entstand im Zuge der jüngeren, „tertiären“ Einengung in S–N- bis SSW–NNE-Rich-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

tung, zeigt aber auch noch die ältere, eoalpine Einengung. Die engen Faltenscharniere und die Aufschiebungen von Wettersteinkalk auf Raibler Schichten (Westabschnitt), sowie von Wettersteinkalk auf Wettersteinkalk (Breitlahneralm) bzw. von Raibler Schichten auf Hauptdolomit (Hinterweißachalm) im Ostabschnitt des Guffertmassivs hängen genetisch zusammen: Der Wanderweg vom Rauhegg über die Breitlahneralm zur Issalm verläuft weitgehend parallel zu einer mittelsteil SW-fallenden Störung (S 225/40), die einer dieser Aufschiebungen entspricht.

Insgesamt ergibt sich für das Guffertmassiv dadurch das Bild einer Domstruktur, die überdies an der Südseite im allseitigen Abtauchen der Rifffazies im Kern der Struktur verdeutlicht wird.

Quartäre Ablagerungen und Formen, Karstphänomene

Schienbachalm

In der Umgebung der Schienbachalm (Nordseite hinteres Weißachetal) kommen im Lee von Rücken größere Areale von Moränenablagerungen, teilweise auch von Grundmoräne, vor. Kennzeichnend ist sowohl das Vorherrschen von Schutt aus dem lokal anstehenden Hauptdolomit, als auch der hohe Anteil von Material aus Wettersteinkalk, insbesondere in der Grobfraktion. Wettersteinkalkblöcke sind als Findlinge bis über 1.400 m Höhe verstreut. Weiters beobachtet man nahe der Schienbachalm den Moränen auflagernde, matrixreiche, geschichtete Kiese und Schotter, in denen neben vielen Klasten aus Wettersteinkalk (von abgeschwemmtem Moränenmaterial) auch vermehrt Hauptdolomitschutt mit eckigen bis angerundeten Klasten auftritt. Die hohe Terrassierung spricht für Sedimentation in einem Eisrandmilieu.

Der Rücken westlich der Schienbachalm, der steil nach Süden abfällt, zeigt zwischen 1.170 m und 1.220 m Höhe eine auffallende Verflachung. Auf dieser ist eine Wallform ausgebildet, die sich aus Wettersteinkalk-Blockschutt zusammensetzt. In wenigen Anrissen erkennt man unter dem oberflächlichen Blockschutt schwach geschichtete, Grobsand und Kies betonte Sedimente aus Hauptdolomitmaterial, in denen gelegentlich gekritzte Geschiebe eingestreut sind. Aufgrund der Materialsortierung von unten feinklastischerem Hauptdolomitschutt und oben grobklastischerem Wettersteinkalkschutt liegt die Vermutung nahe, dass hier der Gletscher vorher abgelagerten Hang-oder Bachschutt überfahren hat.

Hinterweißachalm, Issalm

Westlich der Jagdhütte, entlang und orografisch links der Weißache, kommt auf 1.090 m Höhe eine Ansammlung großer Wettersteinkalkblöcke vor, die quer zum Tal eine Girlande bilden. Diese Morphologie spricht für einen Endmoränenwall einer lokalen Gletscherausdehnung. Hierzu passt auch eine toteisartige Vertiefung am Ende der Forststraße. Im Laserscanbild (https://portal.tirol.gv.at/LBAWeb/luftbilduebersicht.show) sieht man recht klar die spitz zulaufenden Seitenmoränenwälle dieses Gletscherstandes. Auf dem rechtsseitigen Moränenwall verläuft der Fußweg zur Issalm. Am südseitigen Hang reichen Lokalmoränen z.T. großflächig bis über 1.300 m hinauf. Ein Teil dieser Moränen besteht aus kompakterer Grundmoräne. Wegen der Höhenlage wurde diese Moräne dem Hochglazial zugeordnet. Etwa 500 m östlich der Issalmen zieht zwischen zwei Bächen ein breiter glatter Hang bis über 1.300 m hinauf. Im östlichen Bach sind darin sandig-kiesige, kompakte Diamikte mit vielen großen Wettersteinkalkblöcken entblößt. Auch diese Sedimente sind als z.T. umgelagerte und ausgewaschene Moränen eines Lokalgletschers aus den schattigen Nordhängen des Guffertmassivs zu deuten. Im Umkreis der Issalmen finden sich ausgedehnte Reste von Moränen: Ein schmales Zungenbecken lässt sich aus den Wallformen 100 bis 200 m südöstlich der Almgebäude rekonstruieren. An der Spitze der Endmoräne tritt auf 1.340 m Höhe eine starke Quelle zutage. Ansätze von Wällen sind auch östlich und ostnordöstlich der Alm erkennbar.

Der breite, sattelartige Übergang vom Weißache- ins Weißbachltal (tiefster Punkt 1.466 m) zeigt bis zum Schneidjoch und bis zu den Nordabstürzen des Guffert deutliche Spuren glazialer Überprägung. In der Eintiefung westlich der Alm (ca. 1.490 m, Wanderweg zur Stubachalm) ist die Ausschürfung besonders evident. Im Tälchen nordwestlich unterhalb des Joches ist Moränenschutt aus Wettersteinkalk verbreitet. Dieser Schutt wurde vermutlich von einer aus dem Kessel der Issalm über das Joch schwappenden Gletscherzunge abgelagert.

Der weiten Verbreitung von Moränenmaterial im Weißachetal steht das fast völlige Fehlen dieser im Weißbachltal gegenüber. Vermutlich wurden sämtliche Moränen nach dem Eisfreiwerden abgespült. Am Ende des Forstweges im Weißbachltal findet sich eine Ansammlung großer Wettersteinkalkblöcke, teilweise in Terrassensedimenten.

Am Ausgang des Breitlahnergrabens beobachtet man beiderseits des Grabens mächtige Lockergesteinsrücken, die Toteislöcher aufweisen und nahe der Weißachalm bzw. etwas unterhalb zusammenlaufen und somit ein ehemaliges Gletscherende nachzeichnen, welches das Haupttal gewissermaßen abriegelte. Das Material setzt sich fast ausschließlich aus Wettersteinkalk und Raibler Karbonaten zusammen. Der Breitlahnergraben schließt nach oben mit einer doppelten Karmulde ab, die auch den Wall eines kleinen spätglazialen Kargletschers beherbergt.

Bergzerreißung und schichtparallele Ablösungen des steil N-fallenden Wettersteinkalkes sowie schuttstromartige Massenbewegungen, ausgehend von den Raibler Sand- und Tonsteinen, sind östlich des Breitlahnergrabens verbreitet. Die steil stehenden Kalkrippen innerhalb der Raibler Schichten sind 600 bis 700 m westlich der Hinterweißachalm stark von Bergzerreißung und Kippprozessen betroffen, wodurch der Hang unterhalb weitflächig mit Grobblockwerk bedeckt ist.

Sandegg, Neubergalm

Ausgedehnte Moränen aus lokalem Material füllen die steilen Tälchen südlich und südöstlich des Sandegg (1.849 m) bis zur Neubergalm hinab. Obschon die vorhandenen Karformen eine spätglaziale Lokalvergletscherung durchaus ermöglichten, weist das Fehlen von eindeutigen Wallformen sowie die Kompaktheit der Diamikte, der hohe Matrixanteil und die teils gute Rundung der Klasten eher auf hochglaziale (Grund)Moränen hin. Entlang des neuen

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Forstweges von der Vorderweißachalm zur Neubergalm (auf ÖK 89 Angath) und weiter Richtung Steinberg sind zuletzt zahlreiche dieser Moränenvorkommen angeschnitten worden. Kristalline Findlingsstreu ist am Aufstieg von Steinberg zur Luxeggalm bis 1.500 m Höhe verbreitet.

Morphologie und Karst im Umkreis des Guffertstein

Die Hochfläche des Guffertstein stellt aus struktureller Sicht das breite Scharnier einer Antiklinale (Guffert-Antiklinale, siehe oben) dar. In morphologischer Hinsicht hat sich der geologische Bau jedoch nur z.T. durchgepaust: Das eingebrochene Scharnier mit den Raibler Schichten (mittelgraue, blättrige Ton- und Siltsteine) im Kern wurde als Tälchen nördlich des Guffertstein herauspräpariert. Dieses Tälchen wurde glazial überarbeitet. Das breite Tälchen weiter südlich zwischen Guffertstein und dem Rücken nördlich über der Luxeggalm ist gleichermaßen glazial ausgeschürft und am Ostende spärlich mit teils solifluidal zerflossenen Moränenresten bedeckt, aber nicht strukturell vorgegeben. Das NE–SW streichende Quertälchen mit der Schmiedquelle ist quer zum Streichen der Antiklinale entstanden. Zum Teil könnte die Talbildung auf eine steile Aufschiebung nach SSE zurückgehen. Das Tälchen ist tiefgründig verkarstet; 100 m südwestlich der Quelle passiert man am Wanderweg mehrere Meter tiefe Karstschächte, die an Störungen gebunden sind. Die Karsttrichter/-hohlräume weiter nordöstlich wurden mit Schutt aus Wettersteinkalk, Mergeln und Tonsteinen der Raibler Schichten sowie Verwitterungsrückständen der Verkarstung (Lehmen) partiell verfüllt. Die beiden in die Luft ausstreichenden Talenden zeigen glaziale Überprägung.

Südwestlich des Sandegg kommt eine große Doline vor, die auch glazial überprägt wurde. Sie hat sich im steil SSE fallenden Wettersteinkalk parallel zum Schichtfallen entwickelt, an der Südseite ist sie durch eine steil N-fallende Störung (S 0/60) begrenzt, die vom Rauhen Kopf im Osten bis zur Luxeggalm im Westen verfolgbar ist. Der Wettersteinkalk ist störungsparallel kataklastisch deformiert und dolomitisiert. Eine parallel dazu verlaufende Störung zwischen Sandegg und Rauhegg zeigt anhand eines Geländesprunges deutlich die Absenkung der Hangendscholle (Nordscholle) gegenüber der Liegendscholle. Parallel zu diesen Störungen und zum Schichtstreichen sind tiefe Karstgassen entwickelt, die auch auf der Luxeggalm gut sichtbar sind. Im Zusammenhang mit Karst fallen in den Südwestabhängen des Guffertstein auch tiefe Einbuchtungen und Geländenischen auf.

Gehängebrekzien an den Südwest- und Westabhängen von Guffertstein und Kitzegg

Am Südwestabfall des Guffertstein sind orografisch links der zentralen Rinne eines mächtigen alten Murschuttfächers von 1.180 m bis 1.380 m Gehängebrekzien aufgeschlossen. Sie bestehen aus 0,5 m bis 1 m dicken Bänken von kaum geschichteten, diamiktischen Ablagerungen mit einem breiten Korngrößenspektrum von Sand bis m^3 großen Blöcken, wobei die Kies- und Steinefraktion überwiegt. Die Klasten sind eckig bis angerundet, vereinzelt gerundet und faktisch monomikt aus Wettersteinkalk zusammengesetzt. Die spärliche Matrix besteht aus einem braun-grauen, lithifizierten Schluff bis Feinsand. Die Zementation ist lagenweise schwach, dann wieder durchdringender. Das Gefüge ist durchwegs klastengestützt, lagenweise auch als open framework. Die Brekzien sind stark verkarstet, teilweise mit Karstgängen bis 50 cm Tiefe, sichtbar u.a. am Wanderweg auf den Guffert. Die Verbreitung der Brekzie ist fleckenhaft. Eine Überlagerung durch Grundmoräne konnte nicht beobachtet werden. Es handelt sich faziell um Ablagerungen von Murschuttströmen (debris flows).

Gehängebrekzien zwischen Grünkopf und Steigwand (Ergänzungen zu Gruber, 2008).

Bei diesen Brekzien handelt es sich um Meter gebankte, monomikt aus Wettersteinkalk-Klasten zusammengesetzte Ablagerungen, die mit ca. 15° nach SW einfallen und eine geschätzte Mächtigkeit von bis 50 m aufweisen. Die einzelnen Brekzienbänke bestehen aus eckigen bis angerundeten Klasten und spärlicher, hellbrauner, lithifizierter, schluffig-feinsandiger Matrix. Die Klasten von dominanter Kiesfraktion mit Lagen von Steinen und vereinzelten Blöcken bis 1 m Kantenlänge (meist an der Oberseite der Bank) sind regellos verteilt und weisen durchgehend Kornkontakte auf, mit mm-dünnen Kalzitzementhäuten in den matrixfreien Abschnitten. Längliche und plattige Steine und Blöcke sind oftmals bankparallel eingeregelt. Open framework Gefüge sind vorzugsweise an der Basis jeder Bank anzutreffen, die zurückgewittert ist. Es könnte sich aber auch um Bereiche mit ausgewitterter Matrix handeln, zumal hier rote Verwitterungslehme auftreten. Gradierung und Schichtung innerhalb einer Bank fehlen. Laterale Schwankungen der Bankdicken sind abschnittsweise ersichtlich, z.B. am bergseitigen Ansatz der Brekzien an eine Wettersteinkalk Steilstufe auf 1.080 bis 1.200 m Höhe. Faziell liegen hier Ablagerungen von Murschuttströmen (debris flows) vor, wobei jede Bank ein Ereignis darstellt.

Aspekte der Quartärgeologie im Becken von Steinberg und seiner Umgebung

Außersteinberg

Bänderschluffe an der Steinberger Ache

In Außersteinberg kommen unterhalb einer Wandstufe mehrere Meter mächtige Bänderschluffe vor, welche die orografisch linke Bachseite vom Bachknick bei 840 m bis zum großen Betonwehr (Punkt 824 m) fast durchgehend säumen. Zum Teil hat darin die Steinberger Ache auch ihr Bachbett. Die Seesedimente kleiden hierbei das zur Ablagerungszeit bestehende Felsrelief im Wettersteindolomit aus. Im Bereich des Bachknicks (Höhe 840 m) sind die Seesedimente von großen Wettersteindolomit- Blöcken bedeckt, sie neigen hier zu Rutschungen. Im näheren Umkreis treten im Niveau der Steinberger Ache auch einige größere Quellen aus.

Südlich von Punkt 1.013 m (Außersteinberg) kommen, westlich von zwei Städeln, auch schluffig-sandige Kiese vor, die ein onlap an die Seesedimente machen; vermutlich verzahnen sie mit diesen oder sind jüngeren, spätglazialen bis holozänen Alters.

Südöstlich unterhalb der ehemaligen Jausenstation Sonnegg (auf ÖK 89 Angath) sind von 900 m abwärts ausgedehnte Vernässungszonen und Rutschungen (Erlenbewuchs) zu sehen. Etwa auf 870 m Höhe sind schluff- und

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

siltreiche Kiese mit gut gerundeten Geröllen entblößt, die nach unten nur mehr in grau-blaue Schluffe übergehen.

Im Graben westlich unterhalb von Hinterberg (auf ÖK 89 Angath) gibt es auf Höhe 820 m einen Aufschluss, der folgendes zeigt: die genannten Bänderschluffe bilden ein onlap auf horizontal geschichtete Schotter, Kiese und sandreiche Kiese. Die Schotter und die matrixfreien Kiese sind gut zementiert, die Zemente sind bräunlich. Die Geröllgrößen streuen von 1 bis 20 cm, durchschnittlich weisen sie Durchmesser von 3 bis 5 cm auf; sie sind durchwegs gut gerundet, das Spektrum besteht – mit Ausnahme eines kristallinen Gerölles – nur aus Karbonaten. Diese Konglomerate sind vermutlich der Erosionsrest einer alten Bachablagerung, da sie allseits von Bänderschluffen umgeben sind. Die Schluffe sind von hier Ache abwärts weit verbreitet (jetzt auch orografisch rechts) und weisen große Mächtigkeiten von mehreren Zehnermetern auf. Sie liegen häufig direkt auf den umgebenden Wettersteindolomit-Wänden und füllen breite Nischen darin aus. Sie neigen zu ausgedehnten Rutschungen.

Südlich unterhalb von Hinterberg beginnt ein Bachabschnitt, der durch sehr große und tiefe epigenetische Strecken im Wettersteindolomit, flankiert von mächtigen Seeschluff-Aufschlüssen in älteren Talläufen gekennzeichnet ist. Ein Beispiel ist der tiefe Klammdurchbruch unterhalb von Punkt 824 m, an dessen Eingang ein überdimensioniertes Betonwehr (Holzdrift-Klause) steht. Östlich davon ist die breite, alte Fließstrecke bis 850 m Höhe mit grünlichen kompakten Schluffen verfüllt.

Moränenablagerungen

Der Fußweg von der Kirche nach Außersteinberg (Hinterbergweg) passiert östlich unterhalb von Punkt 1.082 m einen Rücken, der von Grundmoräne (mit vielen Geschieben) gebildet wird. An der Ostseite des Rückens stehen unterhalb von 900 m grau-grünliche Schluffe (siehe oben) an, die von der Grundmoräne überlagert werden und bis zur Steinberger Ache hinunterreichen. Südöstlich unterhalb von Punkt 1.082 m, orografisch links der Steinberger Ache, wird Grundmoräne z.T. von sandigen Kiesen, weiter nördlich von dropstone führenden Schluffen unterlagert. An der Straße Steinberg–Außersteinberg steht durchwegs SSE-fallender gebankter Wettersteinkalk an, teilweise auch stratiform wechselnd in Wettersteindolomit. Die dolomitischen Areale verwittern tiefreichend zu kleinstückigem Hangschutt, der im Bereich der ersten Ferienhäuser und des ersten Bauernhofes weit verbreitet ist. Moränenreste, vermischt und überlagert mit diesem Verwitterungsschutt, kommen in schmalen Rücken unterhalb der Straße (Ferienhäuser) vor. Hier finden sich auch vereinzelt kristalline Findlinge. Bei genauer Betrachtung bestehen mehrere Lockergesteinsrücken im Kern aus lokalem Hang- und Murschutt, der vom Gletscher überfahren wurde. Dieser proglaziale Schutt kommt somit immer in den Lockergesteinstälchen vor, die schluffreiche Grundmoräne ist auf den Rücken zwischen den Tälchen zu finden.

Auf dem östlich angrenzenden Blatt ÖK 89 Angath korrespondiert das Vorkommen von (Grund)moränen mit den Wiesenrodungen (Gehöfte Hinterberg und Gang). Am Hang hinter dem ehemaligen Gasthof „Gang“ liegt ein sehr großer Gneis-Findling. Direkt gegenüber, an der Böschung der Straße nach Pinegg, ist der Übergang von einem proglazialen zu einem glazialen Diamikt sichtbar (mit Jürgen Reitner aufgenommen): Ein Diamikt mit subangularen bis angularen Klasten, dazu mit wenigen erratischen Komponenten (< 1 %, z.B. Jura-Rotkalke) und wenig Matrix, jedoch mit matrixgestütztem Gefüge geht in einen grünlichen, kompakten und mit Scherflächen durchsetzten Diamikt (Grundmoräne) über. Letzterer weist bis 5 % Kristallingeschiebe auf (Eklogite, Amphibolite, …).

Spätglaziale Eisrandsedimente in Außersteinberg

In den Gräben zwischen der ehemaligen Jausenstation Sonnegg und Hinterberg sowie beidseits des Grabens östlich von „Gang“ (ÖK 89 Angath) kommen Reste von gestaffelten Schwemmfächerterrassen, z.B. auf der Pircheralm, vor, die hauptsächlich aus umgelagertem Moränenmaterial bestehen. Diese und weitere korrespondierende Vorkommen orografisch rechts der Steinberger Ache (z.B. nordöstlich der alten Lahneralm, ÖK 89 Angath) sind als spätglaziale Eisrandsedimente zu deuten.

Einzugsgebiet Mühlbach (Vorder- und Hintersteinberg)

Kirchenbach (südseitiger Seitenbach des Mühlbaches)

Der unterste Abschnitt des Mühlbaches ist schluchtartig im steil-SE-fallenden Wettersteinkalk/-dolomit eingetieft. Etwa auf Höhe der Kirche von Steinberg fließt von SW, orografisch rechts, der kleine Kirchbach zu, der die nordöstlichen Einhänge der Gfaßköpfe und die Wiesenmulde von Hintersteinberg entwässert. Kurz vor seiner Mündung in den Mühlbach schließt dieser Nebenbach eine auf ca. 50 Höhenmetern sehr eindrückliche Quartärabfolge auf, die durch ein großes Hagelunwetter im Juni 2008 frisch erodiert wurde. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf den damaligen Paradeaufschluss. Begehungen in späteren Jahren zeigten wieder stark veränderte Aufschlussverhältnisse. Die Basis der Abfolge stellen Kiese aus angerundeten bis gut gerundeten polymikten, kalkalpinen und kristallinen Geröllen dar, die teilweise sandige Einlagerungen aufweisen. Mit scharfem Kontakt folgen darüber feingeschichtete, zunächst bräunliche, dann graue Schluffe, vereinzelt mit Geröllen darin (darunter vielen kristallinen – Amphibolit, Gneis, Eklogit). Gradierung und Rippelschichtung ist evident. Die Schluffe sind in der Folge über mehrere Meter sehr homogen entwickelt, wobei ein etwa 10 bis 15° steiles Einfallen der Feinschichtung nach NE auffällt, ohne dass hierbei ein Dickerwerden der Schichtungsblätter in diese Richtung beobachtbar wäre. Auf der Südseite des Grabens ist – im Gegensatz zur Nordseite – auch der Kontakt der lakustrinen Sedimente mit dem Wettersteindolomit aufgeschlossen. Das onlap der Schluffe an den S-fallenden Dolomit, der als Wand dasteht, ist hier beispielhaft ausgebildet: Kleine Zungen aus eckigem Schutt des Festgesteins verzahnen sich mit den Bänderschluffen; sehr schön ersichtlich ist das rasche Auskeilen der Zungen von der Wandfläche weg in Richtung des ehemaligen Sees, die erosive Basis auf den Schluffen sowie das darüber folgende, wellige onlap der Schluffe auf das Mikrorelief der Oberfläche dieser kleinen Schuttzungen. Es gibt auch mehrfach Lagen aus teils gut gerundeten, Kristallin betonten Geröllen (Kiese bis Steine, vereinzelt Blöcke), die sich rinnenförmig in die Schluffe einschneiden und deren Schüttungen jedoch, unabhängig vom Festgesteinsrand, in verschiedene

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Richtungen weisen. In diesem Abschnitt lassen sich auch verschiedene Formen von Rutschstrukturen (Falten etc.), lokal auch Zerscherungen beobachten, die infolge der Auflage der Seesedimente auf geneigtem Untergrund zustande kamen. Etwa 10 Hm unterhalb der Geländekante (Wiese) treten zunächst vereinzelt, dann nach oben häufiger werdend, innerhalb der jetzt massigen Schluffe dropstone-Gerölle auf (dropstone Diamikt): Das Gesteinsspektrum ist sehr bunt und reicht von Kristallingesteinen über Kalksteinen, Crinoidenkalken bis zu Kataklasiten. Gleichzeitig damit geht eine durchdringende Zerscherung der Schluffe einher. Diese und der hohe Anteil gekritzter Gerölle lässt die Diamikte nunmehr als Grundmoräne ansprechen, die etwa 5 bis 6 m mächtig ist. Neben nesterförmiger Anhäufung von Geschieben sind abwechselnd auch dm-dicke Schlufflagen eingeschaltet. Mit scharfem Übergang liegt darauf ein Diamikt aus fast monomiktem Wettersteindolomit-Schutt. Die eckigen bis angerundeten Klasten von cm bis dm Größe (Maximalkorn bei 30 cm), und die daraus hervorgehende Matrix, zeigen stellenweise ein kompaktes Gefüge und schwache Schichtung. Es hat den Anschein, als füllte dieser Diamikt ein Relief auf. Die beschriebene Gesamtabfolge lässt sich als Sedimentation in einem abgeschlossenen, schmalen, fjordartigen Arm eines Eisstausees interpretieren. In den See gelangte nur wenig lokaler Schutteintrag von den steilen, begrenzenden Wänden. Die Zunahme an kristallinen und gekritzten Geröllen nach oben weist auf den herannahenden Gletscher hin, der schließlich den Kirchbachgraben überfährt und mit einer meterdicken Grundmoräne auskleidet. Die darüber folgenden Diamikte aus wenig transportiertem Lokalschutt könnten Murschuttablagerungen von den eisfrei gewordenen Erhebungen aus stark klüftigem Wettersteindolomit darstellen. Im Gegensatz zum angrenzenden Mühlbach bleibt hier die Kies- und Sandführung innerhalb der Bänderschluffe insgesamt gering, da das Sedimentationsmilieu wegen der Klammform stark abgeriegelt war.

Mühlbach von der Mündung des Kirchenbaches bis zur Brücke bei Höhe 960 m

Folgt man dem Mühlbach von der Kirchenbachmündung weiter bachaufwärts, bemerkt man, dass der Bach z.T. der Grenze Wettersteindolomit/Bänderschluffe folgt, z.T. nur in letzteren fließt. Die grau-blauen Schluffe liegen großteils als Schluffe, aber auch als feingeschichtete Feinsande vor. Sie füllen am Hang Nischen direkt im steil zum Bach abfallenden Wettersteindolomit aus. Die Schluffe sind linksseitig bis zum Mühlbach hinab aufgeschlossen, auch noch unterhalb des Bachknicks von E–W- auf N–S-Richtung. Die Schluffe auf der orografisch rechten Seite in einer großen Nische am Hang sind am Verwitterungsschutt und Bewuchs (Schachtelhalme) erkennbar. Höher hinauf am Hang folgen bis knapp über 1.000 m Höhe lockere, Kristallin führende sandige Kiese. Der Hügel, auf dem die Kirche steht, ist vermutlich mit einer dünnen Moränenschicht bedeckt. Die Aufschlussverhältnisse lassen keine klare stratigrafische Gliederung zu. Die Kiese könnten auch Eisrandsedimenten entsprechen, vergleichbar den Vorkommen am nördlich gegenüberliegenden Hang (siehe unten), sie weisen aber keine eindeutigen sedimentären und morphologischen Zuordnungsmerkmale auf. In der Geologischen Karte 1:25.000 (Gruber & Brandner, Geologie des nördlichen Achenseeraumes – ÖK 88 Achenkirch. – In: Gruber, Tagungsband zur Arbeitstagung der GBA in Achenkirch, 2011) wurden sie möglicherweise unrichtig den Vorstoßsedimenten des LGM zugeordnet.

Der Mühlbach durchschneidet im Bereich der Brücke (960 m) epigenetisch einen kleinen Felsriegel aus Wettersteindolomit, nördlich und südlich sind interessante Quartärsedimente in alten Bachstrecken erhalten. Der große Aufschluss nördlich der Brücke besteht aus einer Wechselfolge von sandigen Kiesen und kiesigen Sanden, teils matrixfreien Kieslagen, teils dm-dicken Sandlagen. Die Sedimente sind durchwegs gut geschichtet, normal gradiert und in Rinnen organisiert. Die Sande zeigen Rippelschichtung. Auffallend ist die Zementation der Sandlagen. Das Material ist dominant karbonatisch, die Kiese bestehen rein aus Karbonatklasten. Dünne Schluff-Feinsand-Lagen sind z.T. in Rutsch- und Schlammscherben-Brekzien aufgelöst. Generell ist eine Korngrößenabnahme von Südwesten nach Nordosten zu beobachten: Flach nach NE fallende Grobkiese mit Steinen (keilförmige Zunge) werden nach Nordosten zusehends sandreicher, am Nordostende des Aufschlusses sieht man fast nur mehr Grob- und Feinsande mit Rinnen, die Gerölllagen keilen aus. Gröber klastische Abschnitte sind zementiert. Mit kleiner Aufschlusslücke folgen südwestlich der Grobkiese konglomerierte Schotter mit Geröllen bis 10 cm Kantenlänge, die nunmehr flach nach SW fallen und Rinnen bilden. Getrennt durch eine scharfe, unebene Zementationsschwarte, grenzen südwestlich davon blaugraue Feinsande bis Schluffe an; sie sind in auffallender Weise von Scherflächen durchzogen (Eisauflast?). Das stratigrafisch Liegende der Sande ist unbekannt, hangend erkennt man verrutschtes Feinsand- und grünes Schluffmaterial.

Mit einer Aufschlusslücke folgen 20 bis 30 Hm nördlich und nordwestlich darüber teils sandige, teils matrixfreie Schotter sowie glimmerreiche Sande, mit vielen kristallinen Geröllen. Das Gefüge ist sehr locker. Diese Sedimente formen an der Oberfläche eine Schwemmfächerterrasse, die aus dem Graben südlich der Luxeggalm geschüttet wurde; sie sind als spätglaziale Eisrandsedimente zu interpretieren. Der Bauernhof auf 1.020 m Höhe liegt ebenfalls auf dieser Terrasse. Das hügelige Gelände in der näheren Umgebung des Bauernhofes entpuppt sich an Böschungen eines Wiesenweges und der Straße nach Außersteinberg als Grundmoräne. Die Moräne mit lokal großen Kristallingeschieben ist oberhalb von 1.000 m Höhe an den Abhängen zum Mühlbach fleckenhaft verteilt. Auf 990 bis 1.000 m Höhe, etwa 200 m östlich des erwähnten Bauernhofes, gibt es einen Aufschluss mit lockeren, sandigen Kiesen, matrixfreien Kiesen und Schottern mit Geröllgrößen bis 30 cm, davon etwa 5 % Kristallinanteil. Auffallendstes Merkmal ist eine 15 bis 20° nach S bis SE fallende Schichtung. Diese Sedimente, die bergseitig Wettersteindolomit und Grundmoräne aufliegen, sind als Deltaablagerungen (foresets) in einem spätglazialen Eisrandstausee zu interpretieren. Dieser Aufschluss ist mit den Deltasedimenten in der Schottergrube Rupprechter, einige 100 m weiter westlich, gut korrelierbar. Getrennt durch eine Aufschlusslücke von einigen Metern folgen etwas tiefer die bereits erwähnten blauen Feinsande und Schluffe, die bis zum Mühlbach hinunterreichen (siehe oben).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Mühlbach von der Brücke bei 950 m bis zur Quellfassung nördlich Unterberg

Der Mühlbach ist in diesem Fließabschnitt fast ausschließlich in (Bänder)schluffen eingetieft. Bereits von der Brücke weg nach Westen sind an der orografisch rechten Seite mehrere Meter mächtige, grau-bläuliche, teils massige, teils regelmäßig gebänderte Schluffe in großen Uferanrissen aufgeschlossen. In einem mehr als 25 m hohen Aufschluss (Prallhang bis zum Wiesenrand) ist die sedimentäre Entwicklung von einer Vorstoßsequenz, von der anschließenden Überfahrung durch den hochglazialen Gletscher bis zum Eiszerfall gut ersichtlich. Die Abfolge beginnt am Bach mit kompakten grüngrauen Schluffen, mm–cm geschichtet und mit Scherflächen; insgesamt erreichen die Schluffe eine Mächtigkeit von 12 bis 15 m. Im oberen Abschnitt bilden die Schluffe ein sedimentäres Anlagerungsgefüge an große Wettersteindolomit-Blöcke in Rifffazies bzw. an Felsnasen des anstehenden Wettersteindolomites. In diesem Bereich sind den Schluffen vermehrt Feinsande und Sande mit vereinzelten kristallinen Geröllen (dropstones) eingeschaltet, wobei die Feinsande bis 0,5 m mächtig sind. Diese Sedimente sind in einem glaziolakustrinen Milieu gebildet worden. Nach oben entwickelt sich daraus eine Wechsellagerung von Sanden und Geröll führenden, teils ausgewaschenen Kiesen. Generell sind die Kiese matrixreich, frisch und sehr locker gepackt. Die stets gut gerundeten Gerölle bestehen vorwiegend aus kristallinen Gesteinen (Grüngesteine, Amphibolit, Eklogit, Gneis). Neben einem „oben grob Trend“ beobachtet man auch eine zusehends bessere und engere Schichtung. Die Sande und Kiese weisen zusammen eine Mächtigkeit von 8 bis 9 m auf. Sie sind in einem glaziolakustrinen bis glaziofluviatilen Umfeld entstanden. Mit einer unscharfen Grenze (Erosionsdiskordanz?) folgt darüber ein etwa 3 m mächtiger Diamikt mit gut gerundeten, kristallinen (10 %-Anteil) und karbonatischen (dominant) Geröllen von durchschnittlich 2 bis 8 cm Gerölldurchmesser, wobei zahlreiche Gerölle gekritzt sind. Die Matrix ist sandig bis schluffig (grünlich), mäßig kompakt und bindig. Dieser Diamikt ist als Grundmoräne des hochglazialen Inngletschers anzusprechen. Mit unscharfer Grenze geht aus dem glazialen Diamikt ein grobklastischer Diamikt bis 5 m Mächtigkeit hervor, bestehend aus Wettersteindolomit-Blöcken mit 10 bis 30 cm Kantenlänge an der Basis und nach oben abnehmender Korngröße (cm). Die Klasten sind eckig bis kantengerundet, lokal zerbrochen und zeigen zumeist Kornkontakte. Es bestehen fließende Übergänge zwischen Komponenten und Matrix, welche hauptsächlich kiesig-sandig, teilweise feinsandig-schluffig ist. Schichtung ist ansatzweise erkennbar. Die Deutung dieses Sedimentes ist schwierig: Vielleicht stellt es Ablagerungen von Murschuttströmen dar, die nach dem Eiszerfall von den angrenzenden, eisfrei gewordenen Wettersteindolomit-Arealen abgeschwemmt wurden. Diese Diamikte wurden auf der geologischen Karte am großen Rücken zwischen Mühlbach und Hintersteinberg nicht von den (Grund)moränen getrennt, da eine Abgrenzung aufgrund der wenigen Aufschlüsse unmöglich war. An der Steinberger Straße, Abzweig zur Pension Birkenheim, zeigten im Mai 2010 Straßenanschnitte schwach geschichtete bis diamiktische, sandige Kiese mit einzelnen Steinen und Blöcken bis 20 cm Kantenlänge, die meist gut gerundet waren. Die Komponenten bestanden ansonsten überwiegend aus kantengerundeten Wettersteindolomit-Klasten von durchschnittlich 1 bis 2 cm Größe, mit Übergängen der Komponenten zur kiesig-sandigen, vereinzelt siltigen Matrix; letztere war partienweise wieder ausgewaschen. Der Anteil an kristallinen Komponenten (Quarze, Amphibolite) lag unter 5 %, hie und da waren gekritzte Geschiebe vorhanden.

Verfolgt man die Aufschlüsse in den lakustrinen Sedimenten den Mühlbach aufwärts bis zum Zusammenfluss der Bäche von der Kotalm, vom Obinger Moos und vom Guffertstein, sieht man abwechselnd massige, abwechselnd gebänderte Schluffe, begleitet von Slumpingstrukturen und Scherflächen; im obersten Abschnitt der Schluffe finden sich stets Lagen von gut gerundeten, z.T. gekritzten Geröllen, teilweise auch von sandigem und kiesigem Material. Aufgrund von Überschüttung mit jüngerem Material und Rutschungen sind die Aufschlüsse am orografisch rechten Ufer fast nur auf die Bänderschluffe beschränkt; 100 m östlich des Feuerwehrhauses, nahe eines ehemaligen Sägewerkes, zeigt einer der wenigen großen Aufschlüsse den Übergang von den lakustrinen Sedimenten zur hochglazialen Grundmoräne (an der Geländekante) mit vielen gekritzten, kristallinen und karbonatischen Geschieben.

Im nördlichen Ast des Mühlbaches (beim Gasthof Waldhäusl) lassen sich von der Straßenbrücke bachaufwärts durchgängig typisch grüngraue, massive und Bänderschluffe verfolgen. Ab dem Gasthaus Waldhäusl nordwärts ist der Bach tief genug eingeschnitten, dass der Übergang von den Seesedimenten in dropstone führende schluffige Diamikte und schließlich in schluffreiche Diamikte mit zahlreichen, teils dm-großen und gekritzten Geschieben gut sichtbar ist. Kristalline Geschiebe sind mit mehr als 10 % vertreten. Man beobachtet hierbei in den Seesedimenten neben Feinlamination häufig Rutschstrukturen, sowie in der Abfolge nach oben eine Zunahme von Scherflächen, die in den Grundmoränen engständig auftreten und typischerweise für glaziale Deformation stehen.

Spätglaziale Ablagerungen an der Wasserscheide Schwarzenbach/Mühlbach

Der flache Scheitel der Längstalung Ampelsbach-Steinberg (unterhalb des Grünkopfs) wird von zwei Muren-/Schwemmkegeln gebildet, die aus tiefen Gräben von Süden und Norden vorgeschüttet wurden. Bei genauerem Hinsehen erkennt man eine, die Straße nordseitig flankierende, Ost–West verlaufende Wallform. In den Anschnitten der hier nach Osten abzweigenden Forststraße zeigt sich ein kompakter Diamikt mit kiesigen bis blockigen Komponenten in feinsandiger, hellbräunlicher Matrix. Die subgerundeten bis gut gerundeten Komponenten setzen sich vorwiegend aus Wettersteinkalk und -dolomit und wenigen kristallinen Gesteinen zusammen. Immer wieder finden sich gekritzte Geschiebe. Nach oben hin ist das Gefüge stark aufgelockert, am Wallkamm liegen große Blöcke aus oben beschriebener Gehängebrekzie. Dieses Sediment ist als Moräne zu interpretieren. Allein die Position mitten im Tal erscheint etwas ungewöhnlich. Die Deutung als Rest eines spätglazialen Endmoränenwalles eines von Süden vorstoßenden Gletschers wäre durchaus erwägenswert.

Eisrandsedimente bei Vordersteinberg

Der Graben südöstlich unterhalb des Kitzeggs ist durch eine tief in quartäre Ablagerungen eingeschnittene Rinne gekennzeichnet. Die bis 30 m über dem Bachgrund

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sich erhebenden Terrassenstufen und die bis 10 m über dem Mühlbach ausstreichenden Muren- und Schwemmfächer führen auffallend viele kristalline Gerölle, im oberen Abschnitt auch große Wettersteinkalk-Blöcke. Diese Sedimente wurden vermutlich schon im frühen Spätglazial im Zuge des Eiszerfalls durch Abschwemmen von Hangschutt- und Moränenmaterial gebildet. Die Moräne ist oberhalb der Höfe von Vordersteinberg noch weit verbreitet und morphologisch als sanft-welliges Gelände ausgebildet. An den Flanken des höheren Grabenabschnittes reicht die Moräne bis 1.300 m Höhe hinauf, wie eine Begehung nach Drucklegung der geologischen Karte (Gruber & Brandner, Geologische Karte 1:50.000, Blatt 88 Achenkirch, 2012) noch ergeben hat. Die Quellfassung des Hochbehälters (unten) befindet sich im Graben auf 1.260 m Höhe, die Quellaustritte liegen auf ca. 1.300 m. Der Graben selbst ist entlang einer steilen, ENE–WSW streichenden Störung (Blattverschiebung?) angelegt. Ein Vergleich mit weiteren Quellaustritten südlich unterhalb des Kitzeggs zeigt, dass der Quellhorizont mit dem Übergang von massigem Wettersteindolomit (Rifffazies) in gebankte, kalkige Lagunenfazies zu begründen ist. Der steil SSE fallende Wettersteinkalk ist stark verkarstet und fungiert als Aquifer, sichtbar z.B. an der Halbhöhle auf 1.300 m Seehöhe. Am neuen Forstweg vom Trinkwasser-Hochbehälter Hochplatt auf 1.110 m Höhe nach Südosten, sieht man immer wieder Grundmoräne angeschnitten, die von einer dünnen Blockschuttauflage bedeckt ist.

Unnutz-Ostflanke

Glaziale Erosionsformen

Die Kare der Unnutz-Ostflanke verraten eine markante glaziale Prägung in Form wannenförmiger Ausschürfung; glaziale sedimentäre Zeugnisse finden sich weit verbreitet am Ausgang der Kare in die Talfurche Schwarzenbach–Steinberg (Gruber, 2008: 280), in den Karen selbst sehr spärlich. Eine Ausnahme bilden zwei kleine, bogenförmige Schuttwälle im nördlichen Kar, die auch als Schneehalden- oder Lawinenschuttwälle interpretiert werden könnten. Hangschutt und eine lokale Felssturzablagerung nördlich des Hochunnutz füllen das Kar teilweise wieder auf. Das große gestufte Kar zwischen Hoch- und Vorderunnutz ist teilweise durch Glaziokarstwannen gekennzeichnet.

Zwischen Hoch- und Hinterunnutz liegt eine breite, NE–SW-streichende Furche, die beidseits in die Luft ausstreicht. Wegen der trogartigen Form dürfte es sich hier um einen hochglazialen Transfluenzpass mit Eisfließrichtung von Südwesten nach Nordosten handeln. An beiden Enden kommen Sickerschwinden vor. Die Anlage der Furche ist durch eine Störung vorgegeben. Der flache Südrücken des Vorderunnutzes zeigt zwischen 1.900 und 2.000 m deutliche Spuren von Eisüberprägung in West–Ost-Richtung. Zudem ist der gesamte Ostabfall des Vorderunnutz glazial stark abgeschliffen und z.T. sehr stark verkarstet. Die Stromatolithe und der Algendetritus in den homogeneren dicken Bänken werden durch die Verkarstung scharf herauspräpariert. Am Südgrat des Vorderunnutz sind weiters zwischen 1.500 und 1.600 m Höhe im Wettersteinkalk schichtparallele Bergzerreißungen sichtbar.

Moränen im Schönjochtal

Im glazial stark abgerundeten Gebiet „mittleres Schönjochtal, Gfaßköpfe, Kotalm“ finden sich Moränenablagerungen fast ausschließlich an der Ost- und Nordseite von Geländerücken. Das dominant aus Wettersteinkalk- und -dolomitschutt zusammengesetzte, diamiktische Material führt auch häufig Geschiebe aus Oberrhät- und Plattenkalk sowie aus Amphibolit und Eklogit. Dieses Spektrum weist eindeutig auf eine hochglaziale Eisfließrichtung aus dem Südwesten bis Süden hin. Platten- und Oberrhätkalk sind am nächsten vom Rofangebirge zu beziehen. In den nach Südosten weisenden Tälern des Vorderunnutzes und des Schlagkopfs sind im unteren Bereich diamiktische Ablagerungen in z.T. großer Mächtigkeit verbreitet. Die fast monomikt aus Wettersteinkalk zusammengesetzten, hellgrauen und kompakten Diamikte führen bisweilen gekritzte Geschiebe (z.B. Grundmoräne im Tal nordwestlich der Schönjochalm, am Bach auf 1.320 m) und wurden nicht zuletzt wegen reliktischer Wallformen (nördlich der Jagdhütte auf 1.440 bis 1.340 m Höhe) als Bildungen spätglazialer Gletscher angesprochen. Die zugehörigen Kare sind unterhalb der Schaarwand und des Vorderunnutz einigermaßen gut erhalten und beim Blick von Osten gut erkennbar. Etwa 400 m westlich der Schönjochalm (auf ÖK 119 Schwaz) gibt es in erhöhter Position Reste von Schottern, die als Eisrandablagerungen interpretiert wurden.

Eisrandsedimente im Schönjochtal

In der Schottergrube im Schönjochtal, kurz nach der Abzweigung der oberen Forststraße südwestlich der Gfaßköpfe, finden sich im dortigen, engen Trockental mehrere Meter mächtige, schwach geschichtete Kiese mit Stein- und Blocklagen und Sande. Die Kiese weisen sowohl klastengestützte als auch matrixgestützte Gefüge auf. Zum Teil sind die Kiese sandreich. Die Matrix der Kiese ist sandig und teils schluffig, die Kiesklasten stammen überwiegend vom umgebenden Wettersteindolomit, sind daher maximal kantengerundet und nur kurz transportiert. Vereinzelt sind jedoch auch gut gerundete und gekritzte Karbonatgerölle mit 10 bis 15 cm Durchmesser, ganz selten Kristallingerölle eingestreut. Die Sande erreichen Dicken bis 15 cm. Diese Sedimente, an denen abgeschwemmtes Moränenmaterial erheblichen Anteil hat, sind als spätglaziale Eisrandsedimente zu interpretieren. Dies lässt sich in erster Linie auch morphologisch begründen: Das aufgefüllte Tälchen streicht mit seinem „Talboden“ heute weit über dem schluchtartig eingetieften Gaismoosbach in die Luft aus.

Quartär-Aufschlüsse an der Grundache zwischen Mühlbach und Schmalzklausenalm an der orografisch linken Talflanke

Ostabhänge von Hintersteinberg

Entlang der Grundache ist eine dem Mühlbach/Kirchenbach vergleichbare Quartärabfolge aufgeschlossen, wobei hier zusätzlich auch das stratigrafisch liegende der mächtigen Schluffe und mit den Schluffen interagierende, mächtige Deltaablagerungen großräumig erhalten sind.

An den Ostabhängen von Hintersteinberg zur Grundache kommt in einer breiten Geländebucht über einem stark zerfurchten Wettersteindolomit-Relief von 880 m (Grundache-Niveau) bis 960 m Höhe eine mächtige Abfolge aus Schottern, Kiesen und Sanden vor. Diese Sedimente sind rein aus Lokalmaterial zusammengesetzt Darüber liegen Bänderschluffe mit Kies- und Sandlagen aus karbonati-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

schen, untergeordnet aus kristallinen Komponenten. Etwa ab 990 m gehen die Schluffe in Grundmoräne über. Diese bedeckt die Wiesen von Hintersteinberg. Hie und da sind größere Kristallin- und Kalk-Findlinge (Oberrhätkalk) zu finden. Auf den Bänderschluffen, z.T. auf den Grundmoränen haben sich Rutschungen und Vernässungen gebildet. Die Moräne über dem Wettersteindolomit ist häufig aufgelockert und arm an schluffiger Matrix. Die Komponenten sind hier großteils eckig bis kantengerundet, vermischt mit gut gerundeten Kristallin-Komponenten und vereinzelten gekritzten Karbonatklasten. In einer Baugrube, 500 m westlich der Kirche und in einer weiteren an der Straße oberhalb des Enterhofs, konnte dieser Typ von Moräne im Sommer 2012 bis zum anstehenden Wettersteindolomit im Profil (5 m) detailliert studiert werden.

Bänderschluffe und Deltakomplexe im Abschnitt Gaismoosbach–Holzermahd (ÖK 119)

Am Abstieg (Wanderweg) von Hintersteinberg zum Gaismoosbach passiert man anfangs einen Rest von Schottern und Kiesen mit Kristallingeröllen, die den spätglazialen Eisrandsedimenten zuordenbar sind. Unterhalb von 980 m bis zum Bachbett stehen in einer Felsnische grau-grünliche, kompakte und leicht zerscherte Bänderschluffe an. Die Mündungsschlucht zur Grundache ist ein klassischer epigenetischer Durchbruch. Der alte Talausgang liegt wenige Zehnermeter weiter südlich, genau südwestlich gegenüber dem Beginn der „Trockenen Klamm“ (siehe unten). Dieser alte Tallauf ist mit den bereits oben beschriebenen Quartärsedimenten verfüllt: Im unteren Abschnitt sind es Schotter und Kiese aus lokalem Bachschutt. Eine undeutliche Schrägschichtung könnte auf die Existenz eines Deltas hinweisen. Mit scharfem Kontakt werden die Bachablagerungen von mächtigen, grün-grauen Seeschluffen überlagert. Nach oben gehen diese durch Zunahme an dropstones (viel Kristallin) sukzessive in massive Schluffe und schließlich in einen wenige Meter dicken, schluffreichen, überkonsolidierten Diamikt mit Scherflächen und zahlreichen gekritzten Geschieben (viel Kristallin) über. Dieser Diamikt entspricht der hochglazialen Grundmoräne. Darüber folgen wieder teils schräg geschichtete Schotter und Kiese (vorwiegend lokales Material) als Ausdruck spätglazialer Eisrandsedimentation.

In einem großen Anriss, ca. 350 m südlich der Mündung des Gaismoosbaches, etwas südlich der Blattgrenze ÖK 88 / ÖK 119, ist diese Abfolge nochmals eindrücklich aufgeschlossen: Hier sieht man unten massive, darüber gebänderte, ockerige bis gräuliche Schluffe, und – eine Besonderheit – die schräg geschichteten Kiese und Sande eines kleinen Deltas, das nach Norden oder Nordosten auskeilt und wiederum von massiven, grünlichen Schluffen überdeckt ist. Daraus entwickelt sich ein Diamikt mit dm^3-großen Klasten (dropstones) und schließlich die Grundmoräne. Die Moräne wird mit scharfem Kontakt von teils schräg geschichteten, sandigen Schottern, Kiesen und Sanden, v.a. aus kalkalpinem Material, überlagert. Die Deltasedimente belegen das randliche Vorschütten von Bachsystemen in den See (progradierendes Delta) und das Ertrinken dieser durch erneuten, raschen Anstieg des Seespiegels, der vom vorrückenden Inntalgletscher gesteuert wird.

Die südlich dieses Aufschlusses weit nach Osten vorspringende Felsbastion, ungefähr westlich gegenüber der Kühlermahd (auf ÖK 119 Schwaz), trägt 120 Hm über der Grundache eine leicht nach Norden abfallende Verebnung, ein ehemaliger Talboden der Grundache. Nach Westen schließt eine 6 m höhere, schon verwaschene Terrasse an.

Südwestlich gegenüber der Kühlermahd zeigt ein Großaufschluss weitere interessante Details der hochglazialen Vorstoßsequenz: An der Basis kommen geschichtete, sandige bis kiesige Schotter mit meist gut gerundeten kalkalpinen Klasten bis 15 cm Größe (u.a. Sandsteine der Gosau, jurassische Rotkalke) und wenigen kristallinen Klasten, meist < 1 cm, vor. Darüber liegen, mit scharfer Grenze, grüngraue Bänderschluffe mit teils großen (20 cm) dropstones. Die Kiese, die als Schichtflutablagerungen interpretiert werden, sind etwa 10 m mächtig entwickelt, die Schluffe erreichen eine Mächtigkeit von 7 m. Den Großteil der Abfolge nehmen bis 25° steile Steine und Blöcke führende, sandige bis matrixfreie Kiese eines Deltas ein. Die Delta foresets weisen eine Mächtigkeit von ca. 40 m auf. Die Schüttungsrichtung der Delta foresets dreht von Südosten im unteren auf Nordosten im oberen Abschnitt. Neben den bottomsets und den foresets sind auch die schwach horizontal geschichteten topsets des Deltas ausgebildet. Über diesen folgt ein wenige Meter mächtiger, massiger, diamiktischer Abschnitt, der aus der Nähe einen hohen Schluffanteil und eine Kompaktheit zeigt, die für Grundmoräne typisch wäre. Bisher konnten diese Diamikte wegen Unzugänglichkeit leider nicht vor Ort im Aufschluss als glaziale Ablagerungen bestätigt werden. Auf der ?Moräne ist mit 30° steilen Schrägschichtungsblättern eckiger lokaler Hangschutt aus Wettersteindolomit vorgeschüttet (talus fan). Da die quartären Sedimente hier am Felshang liegen, repräsentiert der Hangschutt sowohl die spätglaziale als auch die frühholozäne Sedimentationsphase bis zur vollständigen Wiederbewaldung. Wenige Zehnermeter weiter südlich sind auf dem nach Osten zum Straßentunnel vorspringenden Sporn wieder die Terrassenstufen der spätglazialen Talbodenentwicklung erhalten. Diese sind Zeugen des etappenweisen Wiedereinschneidens der Grundache während des hochglazialen Eiszerfalls in zuvor abgelagerten quartären Sedimenten. Schließlich grub sich der Bach epigenetisch in die heutige Klamm des Wettersteindolomits ein.

Westlich der Felsklamm (mit Tunnel) ist im ehemaligen Tallauf der Grundache die bereits bekannte Vorstoßsequenz mit Schichtflutablagerungen, Bänderschluffen und Delta forset-Kiesen nochmals in einem beeindruckenden Aufschluss sichtbar. Die Bänderschluffe sind am südlichen Klammausgang auch direkt im Bachbett erschlossen. Einige Zehnermeter südlich befindet sich orografisch rechts unterhalb der Wettersteindolomit-Wand ein weiterer Aufschluss, in welchem fein geschichtete bis laminierte Fein- bis Grobsande mit Gradierung, Parallellamination und Rippelschichtung sowie am Top mit Belastungsstrukturen aufgrund von großen, von der Wand in das Sediment fallenden Dolomitblöcken, anstehen. WISCHOUNIG (Das Quartär bei Steinberg am Rofan (Tirol): Stratigraphie, Sedimentologie und Aspekte der Landschaftsentwicklung, unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Innsbruck, 2006) beschreibt in seiner Diplomarbeit an der nunmehr verschütteten Basis auch noch Wechsellagerungen von gebänderten und wellig geschichteten Silten, Fein- und Mittelsanden mit Kies- bis Steinlagen aus eckigen bis kantengerundeten Dolomitklasten sowie einzelnen Blöcken, die im Feinsediment Deformationsstrukturen erzeugten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Ein alter, mit quartären Sedimenten verfüllter Tallauf der Grundache oder des Schauertalbaches zweigt beim Südportal des Tunnels rechtwinkelig zur heutigen Klamm nach Osten ab. Die Ablenkung des Schauertalbaches nach Osten hat auch zur heutigen Wasserfallstufe an der Einmündung in die Grundache geführt. Generell kann gesagt werden, dass die Tal- und Klammbildung im gesamten beschriebenen Abschnitt der Grundache durch NW- und SW-streichende Störungen im Wettersteindolomit vorgeprägt ist.

Schmalzklausenalm

Der weitere Verlauf der Grundache in Richtung Schmalzklausenalm (ÖK 119) zeigt etwas nördlich der Einmündung des Schindeltalbaches von Süden eine weitere Epigenese. Bachaufwärts häufen sich Gerölle von Oberrhätkalk und Jura-Rotkalk; südlich der Spannwand, im Bereich unterhalb einer Steilstufe, die von einem Wasserfall überwunden wird, liegt eine Ansammlung teils hausgroßer Oberrhätkalk-Blöcke, die auch noch einige Zehnermeter nördlich der Grundache am Hang hinaufreichen. Diese Blöcke markieren einen Gletscherstand, der von Gletschervorstößen aus der Nordabdachung des Rofangebirges über die kurzen Seitentäler Mahrntal-, Anger- und Eselsbachgraben erfolgte. Westlich des Eselsbachgrabens sind genetisch damit auch Rückstausedimente verbunden. In den laserscan-Bildern des TIRIS sind in fast allen nordseitigen Tälern des Rofan mehrere Moränenenden bis tiefstens 1.100 m herab ausmachbar. Die wurmartigen Wallformen im Talgrund weisen auf Eiszerfallsstrukturen der Zungen dieser Gletscher hin (nähere Informationen hierzu in WISCHOUNIG, 2006).

Grundache, orografisch rechte Talflanke

Quartäraufschlüsse an den Flanken der „Trockenen Klamm“ („Kögel Klamm“ laut Alpenvereinskarte Bl. 6 Rofan)

Auf der Südseite der „Trockenen Klamm“ sind oberhalb des Wasserfalls auf ca. 1.000 m Höhe Reste von konglomerierten Kiesen und Schottern (Bachablagerungen), direkt auf Wettersteindolomit liegend, erhalten. Darüber und seitlich angrenzend kommen grau-blaue Bänderschluffe mit dropstones vor, die bis auf eine Höhe von 1.030 m reichen und dort von Grundmoräne überlagert sind. Die Schluffe neigen zu flachgründigen Rutschungen, deren Obergrenze ist durch einen Quellhorizont markiert. Wie schon in anderen Gebieten mit Verbreitung der Schluffe, füllen diese auch hier ein sehr abwechslungsreiches Kleinrelief aus tiefen Tälchen, Gräben und Nischen im Wettersteindolomit aus. Das heißt, ein Großteil der heute wieder ausgeräumten, verzweigten Klammen und Gräben war schon vor der Ablagerung der Seesedimente vorhanden (siehe SANDERS et al., Geomorphology, 214, 465–484, 2014). Die Grundmoräne ist durch große kristalline Findlinge (Gneise) gekennzeichnet und zieht sich weit den Hang hinauf; sie ist am Weg Enterhof–Kühlermahd häufig aufgeschlossen. Die beiden markanten Felsköpfe zwischen der Grundache und der „Trockenen Klamm“ sind durch eine tiefe Einschartung getrennt. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich darin ein alter Tallauf, den die Grundache vor dem Durchbruch in die heutige „Trockene Klamm“ (Abschnitt unterhalb des Wasserfalls) benutzte. Analog zum Südwest-Eingang der „Trockenen Klamm“ ist auch dieser Durchbruch durch ehemalige Bachablagerungen der Grundache aufgefüllt, allerdings ist hier der Übergang zu den auflagernden Schluffen noch primär sichtbar, charakterisiert durch das Einsetzen schluffiger Matrix in den Kiesen. Das Niveau ist mit den Aufschlüssen westlich der Grundache in etwa kohärent (siehe unten), allerdings fehlt die Bedeckung mit Grundmoräne. Beide Felsköpfe sind in ihren Gipfelbereichen durch Schotter und durch große Kristallinblöcke gekennzeichnet; am höheren, nordöstlichen Gipfel („Küler Kögel“, 1.010 m laut Alpenvereinskarte Bl. 6 Rofan) finden sich zwei Verebnungsniveaus ehemaliger Talböden. Ein weiteres Äquivalent zu diesen Verebnungen findet sich auf gleicher Höhe gegenüber, auf der Nordostseite der „Trockenen Klamm“, hoch über der Wand, wo ein U-förmiger Einschnitt bis 980 m herab deutlich ein altes Trockental markiert. Es handelt sich in beiden Fällen vermutlich um frühe spätglaziale Talböden. Zu dieser Zeit waren die mit Sedimenten aufgefüllten alten Talläufe noch zu und das epigenetische Einschneiden hatte erst begonnen. Weitere Beispiele lassen sich von der orografisch linken Seite der Grundache nennen (siehe unten).

Graben südwestlich unterhalb des Durrahofes

Dieser Großaufschluss zeigt sehr schön die Transgression des hochglazialen Eisstausees. Der untere Grabenabschnitt besteht aus deutlich geschichteten, sandigen und Steine führenden Kiesen im Wechsel mit kaum geschichteten Diamikten. Erstere führen teils gut gerundete Klasten (nur lokales Material), letztere kantengerundete bis gerundete Klasten von Block- bis Kiesfraktion in sandig-siltiger Matrix (aus lokalem Material). Diese fluviatilen Sedimente bilden die Basis für eine etwa 40 m mächtige Bänderschluff-Folge (von 940–980 m Höhe), die abrupt einsetzt. In die grünlich-grauen Schluffe sind an der Basis und am Rand zu den Felsflanken Lagen oder Streu aus teils blockgroßen, eckigen Wettersteindolomit-Klasten eingeschaltet. Im Kleinaufschluss wird das Mikrorelief großer Klasten, die von den Felswänden in die weichen Schluffe gestürzt sind, hierbei durch auflagernde Bänderschluffe wieder mit Anlagerungsgefügen versiegelt. Die Bänderschluffe sind mit Gerölllagen (dropstones?) vergesellschaftet, in denen zahlreiche gut gerundete Kristallinkomponenten (Amphibolite, Eklogite, Gneise) vorkommen. Die Obergrenze der Bänderschluffe ist nicht aufgeschlossen. Sie wird durch Mur- und Bachschutt mit auffallend vielen großen Kristallingeschieben (von abgeschwemmter Moräne) verdeckt. Die geschichteten Kiese an der Basis sind als (Schichtflut-) Ablagerungen der Grundache, die Diamikte als seitliche murartige Einschüttungen zu interpretieren, wobei von einer raschen, aggradierenden Sedimentation infolge Höherverlegung des Vorfluterniveaus auszugehen ist. Der abrupte Wechsel zu den Bänderschluffen markiert das Ertrinken des lokalen fluviatilen Milieus in einem See, der durch randglazialen Aufstau im Vorfeld des nach Norden in das Brandenberger Tal vorrückenden Inntalgletschers gebildet wurde. Die Geröllfracht aus Kristallingesteinen (Schutt aus Eisbergedrift) steht für die Nähe des Inngletschers, der in den See kalbte. Im vorliegenden Graben ist das maximale Stauziel von etwa 1.030 m bei weitem nicht erreicht. Der rasche Seespiegelanstieg ist durch direkte onlaps der Bänderschluffe an die Felsflanken des Grabens angezeigt, gelegentlich unterbrochen durch geringe Hang- und Murschutteinträge.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Gebiet Enterhof, Enterkopf, Weißenbach, Lahneralm, Kühlermahd (z.T. auf ÖK 89 Angath und ÖK 119 Schwaz)

In der Verflachung über den felsigen Steilflanken der Grund- und Steinberger Ache sind vor allem hochglaziale Moräne und spätglaziale Schwemmfächer- und Murensedimente verbreitet. Im Weißenbachgraben (siehe unten) treten Bänderschluffe, Sande und Kiese der hochglazialen Vorstoßsequenz hinzu. Einblicke in den Aufbau der hochglazialen Grundmoräne gewähren/gewährten wenige Schürfe an Straßen und in Baugruben. Beispielsweise zeigen sich in der ersten Kehre der Straße Grundache–Enterhof im unteren Teil des Anschnittes steinige und blockige, teils matrixfreie Kiese aus Lokalmaterial. Darüber liegen ohne scharfe Grenze schluffreiche und scherbig brechende Diamikte, mit zahlreichen gut gerundeten, gekritzten Geschieben; viele Gerölle bestehen aus Kristallingesteinen, vereinzelt auch aus roten Sandsteinen. Es fand sich auch ein Kalkarenitgeröll mit Turmschnecken („?Actaeonellen“) und Korallenresten, das vermutlich der Brandenberger Gosau entstammt. In diesem Aufschluss ist hochglaziale Grundmoräne auf fluviatilen und murenartigen Kiesen (Vorstoßsequenz) abgelagert worden.

Weitere Aufschlüsse für Grundmoräne fanden sich in einer Baugrube östlich der Straße auf Höhe des Enterhofes und in einem Schurf beim Holzschuppen östlich des Durrahofes: Während in der Baugrube die Grundmoräne im frischen und kompakten Zustand vorlag, ist sie beim Durrahof tiefgründig aufgelockert, die Matrix partiell ausgewaschen. Über diesen Aufschlüssen in Richtung Enterkopf dominieren Schwemmfächer die Morphologie, bestehend aus umgelagertem Moränen- und lokalem Hangschuttmaterial (Wettersteindolomit); die Grundmoräne ist noch streifenwiese an Rücken mit großen Kristallin- und Oberrhätkalk-Blöcken (Findlingen) erhalten.

Auch die Nordabhänge des Enterkopfes (Wanderweg zur Lahneralm) weisen eine teils flächige, aber geringmächtige Moränenbedeckung auf, kristalline Findlinge sind recht häufig. Die Mähwiese entspricht einem Areal, wo abgeschwemmtes Moränen- und Verwitterungsmaterial zu flachen Kegeln aufgeschüttet wurde: Gut gerundete, plattige bis stengelige Kristallingerölle sind mit angerundetem bis mäßig gerundetem Lokalschutt vermengt.

Die Verflachungen zwischen Durrahof und Kühlermahd basieren auf Grundmoräne (entlang des Forstweges mehrfach aufgeschlossen), die mit Schwemmfächersedimenten, z.T. aus den dazwischen liegenden Gräben, meist wenige Meter dick überdeckt ist. Häufig ist die Moräne vollständig abgeschwemmt worden (die größeren Geschiebe wurden in den umliegenden Gräben zusammengeschwemmt) und die Schwemmfächersedimente bestehen überwiegend aus kaum gerundetem Wettersteindolomit, der aufgrund der tektonischen Beanspruchung stark geklüftet und leicht erodierbar ist. Die Kiese liegen dann direkt auf dem Wettersteindolomit. Da die Schwemmfächer heute durch tiefe Gräben zerschnitten sind, ist davon auszugehen, dass deren Bildung im frühen Spätglazial nach dem hochglazialen Eiszerfall stattfand, daher sind sie genau genommen als Eisrandsedimente zu bezeichnen.

Weißenbachgraben (Grenzbereich ÖK 88 zu ÖK 89)

Der Weißenbachgraben ist tief im stark kataklastisch geprägten, SSE fallenden Wettersteindolomit eingeschnitten. Auf der östlichen Grabenseite finden sich auf den Verflachungen zwischen 950 und 1.000 m vermehrt große kristalline Gerölle (Amphibolite, Gneise, Orthogneise) als Lesesteine, auch in dem hangparallelen Tälchen östlich eines SE–NW streichenden Grabens. Das Tälchen entspricht mit seinem leichten Gefälle nach ENE und dem Ausstreichen in die Luft einem alten, spätglazialen Abfluss des Weißenbaches. Entlang des vom Forstweg Aschaumahdalm–Lahnalm bei 960 m Höhe nach Südosten abzweigenden Stichweges ist eine interessante Quartärfolge aufgeschlossen: Am Beginn des Weges sieht man lockere, sandreiche, matrixgestützte Kiese mit Steinen bis 15 cm Größe. Die Klasten sind durchwegs gut gerundet, darunter viele Kristallingerölle. Amphibolit und Quarz sind vorherrschend; vereinzelte rote Sandsteine (Alpiner Buntsandstein) und Konglomerate (Gröden-Formation) unterstreichen ein Liefergebiet aus dem Inntal. Höher oben sind auch dickere Feinsandlinsen eingeschaltet. Von 980 m aufwärts erhöht sich der Schluffgehalt der Matrix. Einzelne karbonatische Gerölle zeigen nunmehr Kritzung. Schließlich schneidet der Weg kompakte, scherbig brechende Diamikte mit gekritzten und polierten Geröllen, also Grundmoräne an. Faziell liegt hier eine hochglaziale Vorstoßsequenz mit fluvioglazialen Vorstoßkiesen und deren finale Überfahrung durch den Inngletscher vor.

In einem orografisch linken, sehr kurzen Seitengraben (zweigt auf 980 m vom Weißenbach ab) finden sich in einer Höhe von 1.040 bis 1.060 m grau-blaue Bänderschluffe, die von Grundmoräne mit reichlicher Fracht gekritzter Geschiebe überlagert werden. Im Hauptgraben liegt die Grenze Bänderschluffe/Grundmoräne ebenfalls bei 1.060 m. Das Untergrundrelief, auf das die Seesedimente abgelagert wurden, besteht aus kleinen tiefen Gräben, die durch scharfe Felsrücken getrennt sind.

Die aktuellen Rodungen der Neuen Lahnalm im Umkreis der Kote 1.176 m basieren auf stark zertrümmertem und aufgelockertem, glazial abgerundetem Wettersteindolomit, über dem einige große Kristallinblöcke verstreut sind. Die alte Lahnalm wurde auf einem schmalen Schwemmkegel errichtet, der ostseitig durch einen Graben tief eingeschnitten ist und am Nordende der Weide hoch in die Luft ausstreicht. In einem frontalen Anriss zeigt sich, dass dieser im Spätglazial am Eisrand aufgeschüttete Schwemmfächer (vgl. die Aufschlusssituation in Außersteinberg beim Gehöft Gang) von mächtigen Deltasedimenten (foresets) unterlagert ist, die wiederum mit Bänderschluffen verzahnen, welche bis zur Steinberger Ache reichen (pers. Mitteilung J. Gruber). Das Moor südlich von Punkt 1.176 m gründet auf stauender Grundmoräne, gleichzeitig streichen hier die basalen Raibler Schichten durch, wie grau-bräunliche Silt- und Sandsteinbröckchen in der Moräne belegen.

Charakterisierung der Raibler Schichten im Gebiet Weißenbachgraben–Enterkopf

Die Raibler Schichten sind entlang des Forstweges zur Lahnalm und zum Wimmerjoch (Abzweig von der Enteralmstraße auf 1.200 m Höhe, auf ÖK 89 Angath) aufgeschlossen: Nach einer Schichtlücke ab Beginn der Straße schneidet der Weg dünnbankige, bituminöse Dolomite mit Stromatolithlaminiten und von braun-grauer Farbe an. Diese Dolomite wechsellagern mit cm dicken, grau-braunen, ocker verwitterten Dolomitmergeln. Bei der Querung des ersten tiefen Grabens, der vom Ameiskogel herab-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

zieht, schalten sich in den beschriebenen Dolomiten auch blau-graue, bituminöse Ton- und Dolomitmergel ein. Östlich des Weißenbachgrabens besteht ein schmaler Rücken aus grau-braunen Kalken. Die Kalke enthalten Onkoide, Crinoidendetritus und zahlreiche umkrustete Schalen und peloidale Körner in dichter mikritischer Grundmasse. Der Kontakt zum Wettersteinkalk ist nicht direkt aufgeschlossen, aber durch zahlreiche Quellaustritte charakterisiert.

Die feinklastischen Sedimente (Ton- und Siltsteine), mit denen die Raibler Schichtfolge normalerweise einsetzt, sind entlang der Enteralmstraße zwischen 1.200 und 1.260 m mehrfach angeschnitten. Die Geländeverflachung, welcher der Weg folgt, ist darauf zurückzuführen. Der Kontakt zum Wettersteindolomit ist im Graben südöstlich des Enterkopfes und 500 m wegaufwärts, auf 1.240 m unterhalb der Straße direkt aufgeschlossen. Wo die Straße den genannten Graben quert, folgen über den Feinklastika ockergelb verwitterte, abwechselnd hell- und dunkelgraue, dünnplattige Dolomitlaminite. Diese Lithotypen stehen entlang der Straße bis zur Enteralm immer wieder an. Dazwischen sind wiederholt dünne Dolomitmergel, Ton- und Sandsteinlagen eingeschaltet, die im frischen Zustand im Graben auf 1.310 m Höhe (bereits auf ÖK 119) aufgeschlossen sind. Auf 1.295 bis 1.300 m (scharfer Rücken) tritt an der Straße eine 2 bis 4 m dicke Kalkrippe hervor, die aus mehreren Bänken der bereits bekannten, wellig geschichteten, blau-grauen peloidalen Packstones besteht. Diese Kalkrippe konnte als Leithorizont durchgehend im Streichen kartiert werden.

Blatt 89 Angath

Siehe Bericht zu Blatt 88 Achenkirch von Alfred Gruber

Blatt 97 Bad Mitterndorf

Bericht 2012 über geologische Untersuchungen von untertriassischen Fossilien in den Werfener Schichten auf Blatt 97 Bad Mitterndorf

István Szente

(Auswärtiger Mitarbeiter)

Fossiliferous beds of the Lower Triassic Werfen Formation have been known to crop out in the vicinity of Bad Mitterndorf for near one hundred years, since the pioneering work of Georg Geyer. The fossils have remained, however, seemingly poorly studied and documented. On the other hand, the last three decades saw a renewed interest in various aspects of Lower Triassic marine fossil assemblages. Studies carried out in the Dolomites of Italy and the Balaton Highland of Hungary, both known as classical areas of the Alpine Triassic, for example, have resulted in a series of papers focussing especially on the stratigraphic distribution of fossil taxa. The Werfen Formation in the Northern Calcareous Alps, however, has received lesser attention from this point of view. The richly fossiliferous locality discovered (or more probably re-discovered) some years ago by the enthusiastic local fossil collector Helmut Meierl thus seemed to serve as a good starting point for the study of the macrofossil assemblage of the Werfen Formation in the Northern Calcareous Alps.

The field work carried out between 19.09.–23.09. and on 14.12. was aimed at collecting macrofossils from outcrops scattered along the Zauchenbach Creek. There, the ravine exposes steeply-dipping to vertically standing siltstone and fine-grained sandstone beds of the Werfen Formation (Werfen Shale auctorum). Some bedding-planes exposed along the left side of the creek display ripple-marks of different orientation. Fossils occur scattered in the sediment or form densely packed accumulations. Four collecting points have been sampled, yielding different fossil assemblages. However, near all of the taxa mentioned below were found to occur at the westernmost collecting point in a highly fossiliferous bed of presumably tempestite origin.

The fossils are usually poorly-preserved: aragonite shells such as those of gastropods, most bivalves and ammonites, have been completely dissolved during diagenesis. Remnants of calcite shells have been encountered only in the case of aviculopectinoidean scallops. Most of the specimens are affected by deformation to a variable degree. In addition to the fossils collected by the present author, specimens housed in the collection of Helmut Meierl were also studied. The assemblage is dominated by molluscs, especially gastropods and bivalves. The former group is represented by the species *Natiria costata* (Münster, 1841) and *Werfenella rectecostata* (Hauer, 1851). Among bivalves, the following taxa have been identified: *Bakevellia* cf. *exporrecta* (Lepsius, 1878), *B. castelli* (Wittenburg, 1908), *Eumorphotis telleri* (Bittner, 1898), *E.* cf. *beneckei* (Bittner, 1901), *E. hinnitidea* (Bittner, 1898), *Leptochondria* sp., *Neoschizodus laevigatus* (Ziethen, 1830), *Costatoria costata* (Zenker, 1833) and the most frequent form, *Unionites fassaensis* (Wissmann in Münster, 1841). *C. costata* is represented by small-sized (about 5 mm high) specimens ornamented with relatively few (9–10) radial ribs. Two species of ammonites, namely *Tirolites cassianus* (Quenstedt, 1849) and *Dalmatites morlaccus* Kittl, 1903, have been recorded, the latter for the first time from Austria. Specimens assigned to *T. cassianus* bear spines on their inner whorls and more than 10 ventrolateral nodes on their last whorl. The Zauchenbach assem-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: 154

Autor(en)/Author(s): Gruber Alfred

Artikel/Article: Bericht 2010-2012 über geologische und quartärgeologische Aufnahmen auf den Blättern 88 Achenkirch sowie 89 Angath und 119 Schwaz, mit Ergänzungen zu Bericht 2008-2011 270-285